

DIE NATÜRLICHEN PFLANZENFAMILIEN

NEBST IHREN GATTUNGEN
UND WICHTIGEREN ARTEN INSBESONDERE
DEN NUTZPFLANZEN

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER HERVORRAGENDER FACHGELEHRTEN

BEGRÜNDET VON

A. ENGLER UND K. PRANTL

ZWEITE STARK VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON

A. ENGLER

★

3. BAND

Chlorophyceae

(nebst Conjugatae, Heterocontae und Charophyta)
redigiert und bearbeitet von **H. Printz**

Mit 366 Figuren im Text



LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1927

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.
Copyright 1927 by Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Buch- und Kunstdruckerei E. Haberland, Leipzig C1.

Inhalt.

Chlorophyceae

(nebst Conjugatae, Heterocontae und Charophyta).

| | |
|--|-----|
| Kurze allgemeine Übersicht. Mit 12 Figuren | 1 |
| A. Euchlorophyceae | 27 |
| I. Protococcales | 27 |
| Volvocaceae. Mit 20 Figuren | 28 |
| I. Polyblepharideae S. 43. — II. Chlamydomonadeae S. 46. — III. Carterioideae S. 50. — IV. Phacoteae S. 51. — V. Haematococcoideae S. 53. — VI. Volvoceae S. 54. | |
| Zweifelhafte und unvollständig bekannte Gattungen | 59 |
| Hyalovolvocaceae | 61 |
| I. Polytomelleae S. 62. — II. Polytomeae S. 63. — III. Tetrablepharideae S. 64. — IV. Chlamydolepharideae S. 64. — V. Sycamineae S. 64. | |
| Tetrasporaceae. Mit 16 Figuren | 65 |
| I. Chlorangiae S. 69. — II. Tetrasporeae S. 74. — III. Palmelleae S. 76. — IV. Palmophylleae S. 78. | |
| Wenig bekannte oder unsichere Gattungen | 79 |
| Myurococcaceae | 80 |
| Chlorococcaceae (Protococcaceae). Mit 7 Figuren | 81 |
| I. Chlorococceae S. 87. — II. Chlorochytrieae S. 89. — III. Characieae S. 91. — IV. Actidesmieae S. 98. | |
| Zweifelhafte Gattungen | 94 |
| Rhodochytriaceae | 94 |
| Chlorosphaeraceae. Mit 3 Figuren | 95 |
| Pleurococcaceae. Mit 7 Figuren | 99 |
| Unsichere oder wenig bekannte Gattungen | 105 |
| Hydrodictyaceae. Mit 4 Figuren | 106 |
| Oocystaceae. Mit 18 Figuren | 113 |
| I. Eremosphaerae S. 118. — II. Chlorelleae S. 119. — III. Micractinieae S. 120. — IV. Oocystae S. 124. — V. Gloeotaenieae S. 126. — VI. Tetraëdreae S. 127. | |
| Ungenügend bekannte Gattungen | 128 |
| Protothecaceae. Mit 1 Figur | 131 |
| Coelastraceae. Mit 17 Figuren | 132 |
| I. Dictyosphaeriae S. 137. — II. Quaternatae S. 139. — III. Scenedesmeae S. 141. — IV. Crucigenieae S. 146. — V. Coelastreae S. 148. — VI. Selenastreae S. 149. | |
| Wenig bekannte Gattung | 151 |
| Protosiphonaceae. Mit 4 Figuren | 151 |
| II. Chaetophorales | 157 |
| Ulotrichaceae. Mit 17 Figuren | 157 |
| Ulvaceae. Mit 3 Figuren | 172 |
| Blastosporaceae. Mit 1 Figur | 178 |
| Chaetophoraceae. Mit 38 Figuren | 181 |
| I. Chaetophoreae S. 190. — II. Gomontieae S. 199. — III. Leptosireae S. 201. — IV. Ulvellaee S. 211. | |
| Unsichere oder wenig bekannte Gattungen | 215 |
| Trentepohliaceae. Mit 7 Figuren | 217 |
| Wittrockiellaceae. Mit 1 Figur | 225 |

| | |
|--|-----|
| Chaetopeltidaceae. Mit 7 Figuren | 228 |
| I. Chaetopeltideae S. 230. — II. Chaetosphaeridieae S. 232. | |
| Aphanochaetaceae. Mit 2 Figuren | 235 |
| Coleochaetaceae. Mit 3 Figuren | 237 |
| Cylindrocapsaceae. Mit 2 Figuren | 242 |
| Oedogoniaceae. Mit 6 Figuren | 244 |
| Monoblepharidaceae | 252 |
| III. Siphonocladales | 252 |
| Valoniaceae. Mit 15 Figuren | 259 |
| I. Valoniaceae S. 259. — II. Boodleae S. 261. — III. Anadyomeneae S. 263. — | |
| IV. Siphonocladaceae S. 263. — V. Chaetosiphoneae S. 267. | |
| Zweifelhafte Gattung | 270 |
| Cladophoraceae. Mit 12 Figuren | 270 |
| I. Cladophoreae S. 275. — II. Chaetomorpheae S. 279. — III. Rhizoclonieae | |
| S. 280. | 282 |
| Unsichere Gattung | 282 |
| Dasycladaceae. Mit 10 Figuren | 296 |
| I. Dasycladeae S. 291. — II. Neomerideae S. 292. — III. Acetabularieae S. 294. | |
| Sphaeropleaceae. Mit 1 Figur | 298 |
| IV. Siphonales | 298 |
| Bryopsidaceae. Mit 2 Figuren | 301 |
| Caulerpaceae. Mit 2 Figuren | 306 |
| Codiaceae. Mit 15 Figuren | 323 |
| I. Flabellarieae S. 312. — II. Udoteae S. 317. — III. Codiaceae S. 321. | |
| Derbesiaceae. Mit 3 Figuren | 326 |
| Vaucheriaceae. Mit 6 Figuren | 334 |
| Phyllosiphonaceae. Mit 3 Figuren | 339 |
| B. Conjugatae | 340 |
| Desmidiaceae. Mit 11 Figuren | 362 |
| I. Saccodermaceae S. 350. — II. Placodermaceae S. 353. | |
| Zygnemataceae. Mit 5 Figuren | 374 |
| I. Zygnemateae S. 370. — II. Zygonieae S. 372. — III. Mesocarpeae S. 373. | |
| Wenig bekannte Gattung | 375 |
| C. Heterocontae | 378 |
| Heterochloridaceae. Mit 2 Figuren | 381 |
| Botryococcaceae. Mit 6 Figuren | 387 |
| Wenig bekannte und unsichere Gattung | 387 |
| Chlorobotrydaceae. Mit 10 Figuren | 393 |
| Wenig bekannte und unsichere Gattung | 394 |
| Chlorotheciaceae. Mit 5 Figuren | 399 |
| Harpochytriaceae | 399 |
| Ophiocytaceae. Mit 4 Figuren | 403 |
| Tribonemaceae. Mit 5 Figuren | 407 |
| Monociliaceae | 409 |
| Botrydiaceae. Mit 2 Figuren | 412 |
| D. Charophyta | 412 |
| Characeae. Mit 22 Figuren | 430 |
| I. Nitelleae S. 426. — Chareae S. 428. | |
| Nachträge | 430 |
| Register | 457 |

CHLOROPHYCEAE

(nebst CONJUGATAE, HETEROCONTAE und CHAROPHYTA)

von

Henrik Printz.

Kurze allgemeine Übersicht.

Mit 12 Figuren.

Merkmale. Chlorophyllgrüne oder gelbgrüne (selten anders gefärbte) Algen, deren Zellen einen oder mehrere Zellkerne enthalten, einzeln leben oder zu Zellkörpern, Zellflächen oder Zellreihen verbunden sind, welche teils als Kolonien, teils als mehrzellige Individuen zu bezeichnen sind. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen meist von multilateralem Bau und durch Aplanosporen, außerdem verschiedene Formen der vegetativen Vermehrung durch Akineten, Cysten u. a. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation schwärmender oder nicht aktiv beweglicher Gameten oder Befruchtung von Eiern. Das Geschlechtsprodukt entwickelt sich seltener sofort zur neuen Pflanze, ist meist eine Zygo- oder Oospore, welche nach der Ruhezeit entweder eine neue Pflanze erzeugt oder meist erst Zoosporen bildet.

Vegetationsorgane. Bei den Chlorophyceen kommt eine Vielgestaltigkeit zum Vorschein wie bei keiner anderen Pflanzengruppe, und sie können deshalb nur schwerlich zum Gegenstand für eine kurze generelle Besprechung gemacht werden.

Der Vegetationskörper besteht im einfachsten Falle aus einer einzigen Zelle, welche das ganze Individuum vorstellt; bei den *Volvocaceae* ist dieselbe mittels Geißeln in steter Bewegung begriffen, bei den anderen festsitzend oder ohne Eigenbewegung herumtreibend. Die Tetrasporaceen besitzen sog. Pseudocilien oder Gallertgeißeln; ob sie etwas mit den echten Geißeln zu tun haben, ist jedoch zweifelhaft. Bei den Conjugaten sind bewimperte Stadien ganz unbekannt. Durch vegetative Teilungen entstehen Kolonien von unbestimmtem oder bestimmtem Gesamtumriß, je nach den Teilungsrichtungen Zellkörper, Zellflächen oder Zellfäden. Indem ein Gegensatz von Spitze und Basis hervortritt, die Teilungsfähigkeit oder die Bildung der Reproduktionsorgane auf gewisse Zellen beschränkt wird, gehen die Kolonien einzelliger Individuen in unmerklicher Weise über in mehrzellige Individuen, und es ist diese oder jene Bezeichnungsweise meist nur konventionell. Die Zellfäden, welche für die Abteilung der *Chaetophorales* charakteristisch sind, sind fast stets, wenigstens in der Jugend, festgewachsen und bilden ihre Basis dementsprechend aus; ein eigentliches Scheitelwachstum findet sich nur selten (z. B. *Coleochaete*). — Es kann aber auch die einzelne Zelle, ohne vegetative Teilungen zu erfahren, sich höher differenzieren, wie es in geringem Grade bei den *Protococcales*, in viel höherem Maße bei den *Siphonales* der Fall ist, bei welchen die Zelle Spitzenwachstum zeigt und in ihren Auszweigungen zu Blättern und Wurzeln werden kann (z. B. *Bryopsis*, *Caulerpa*, *Dasycladus*). Kleinere einzellige Individuen können sich auch in bestimmter Form zu Kolonien aneinanderlegen, welche zum Unterschiede von den durch Teilung entstandenen als *Coenobien* bezeichnet werden (z. B. *Hydrodictyaceae*). Die Kolonien, bisweilen auch als Familien bezeichnet, sind aus Abkömmlingen einer und derselben Mutterzelle entstanden. Bei *Chlorococcum* u. a. kommen sog. Aggregate vor, formlose Anhäufungen von Zellen,

die nicht immer von einer einzigen, sondern nicht selten von mehreren Mutterzellen stammen. Auch durch pilzfadenartiges Durcheinanderschlingen einzelner Zellen und ihrer Zweige können Pflanzenkörper von bestimmter äußerer Gestalt zustande kommen (*Codiaceae*).

Bei den Chlorophyceen kommt eine ausgiebige Verschiedenheit im Auftreten und Wechsel bestimmter Lebensformen vor, die von den äußeren Bedingungen abhängt und als *Poly morphismus* oder *Pleomorphismus* bezeichnet werden kann. Es handelt sich aber wohl nur um formative Reize, gegenüber welchen viele Algen sehr akkommodationsfähig oder plastisch sind, andere dagegen nicht oder nur ganz wenig. Darüber wird Näheres bei den verschiedenen Gattungen und Familien berichtet.

Die Zellwände der Chlorophyceen sind recht verschiedenartig, doch sind sie in den meisten Fällen aus 3 Schichten aufgebaut. Die innerste Schicht ist an Masse weitaus überwiegend und zeigt auch feinere Struktur, wie konzentrische Schichtung, eigenartige H-Stücke bei den Tribonemen, *Zygogonium* u. a.; bei *Cladophora* besteht sie aus zahlreichen Lamellen, bei *Trentepohlia* aus mehreren trichterförmigen Stücken, und es können auch Leisten und Zapfen vorkommen usw. Diese innerste Schicht besteht meist aus Zellulose. Dann folgt eine Mittelschicht, vielfach Schleimschicht genannt, und zu äußerst wird fast überall eine dünne sog. Cuticula angegeben. Zellulose wird bisweilen in den Membranen vermischt. Bei *Udotea*, *Halimeda*, *Chlorodesmis* u. a. scheint die Membran aus gleichen Teilen Kallose und Pektin zu bestehen, bei *Codium* hauptsächlich aus Pektin, daneben etwas Kallose und Zellulose, *Caulerpa* zeigt reichlich Kallose. Für *Tribonema* und *Ophiocytium* weist Bohlin Pektinverbindungen nach, eine Substanz, die auch in der Membran sämtlicher Heteroconten vorkommt, und bei *Geosiphon* ist Chitin nachgewiesen. Häufig erfolgt eine Inkrustation durch Kalk, besonders in den verschleimten Teilen der Membran (*Siphonales*, *Siphonocladales*, *Vaucheria*, *Oocardium*, *Chaetophora*, *Charales* usw.). Aragonit ist bei *Halimeda*, *Acetabularia* und *Cymopohlia* nachgewiesen worden. Außerdem treten bisweilen Eisenablagerungen in den Membranen der Chlorophyceen auf, und bei *Pteromonas alata* ist Kieselsäure eingelagert. Kieseleinlagerung ist übrigens auch bei einer Reihe von Heteroconten angegeben. Bei einer großen Menge der Chlorophyceen kommt eine Sekretion von Gallerte vor, so daß die Zellen in eine ohne Färbung oder Zusatz einer Tuschlösung meist sehr schwer sichtbare Gallerthülle zu liegen kommen. Diese Gallerthüllen können scheinbar strukturlos sein oder wie bei den Zygnemataceen, *Ulothrix* u. a. Stäbchenanordnung, bei *Schizochlamys*, *Coelastrum* u. a. Schalenform zeigen. Der Bildungsprozeß der Gallertmassen ist in den einzelnen Fällen nicht ganz klargelegt; man ist geneigt anzunehmen, daß sie durch Verquellen der äußersten Membranschichten entstehen, aber dies scheint nicht immer hinzureichen. Bei den Conjugaten entsteht die Schleimhülle direkt aus dem Protoplast und wird durch Membranporen ausgeschieden, weshalb die Hülle der Desmidiaceen z. B. eine deutliche fibrilläre Struktur zeigt. Bisweilen können die Gallertmassen einseitig ausgeschieden werden, so daß stielartige Gebilde entstehen (*Hormotila* u. a.). Es ist auch zu beachten, daß die Gallerte der verschiedenen Algen nicht immer chemisch gleichartig ist und auch recht verschiedenen ökologischen Ansprüchen dient (z. B. Festheftung am Substrat, Verkettung der Zellen untereinander usw.). Algen, welche nicht im Wasser, sondern auf feuchtem Substrat leben, finden in dem häufig reichlich vorhandenen Schleim einen Schutz vor Austrocknung, was auch eine Regelung der Stoffzufuhr bedeutet. Bei den Desmidiaceen ist der Schleim von Bedeutung bei der Bewegung.

Plasmodesmen, welche Protoplasten benachbarter Zellen verbinden, sind z. B. bei *Volvox* und einigen anderen nachgewiesen, scheinen aber bei den Chlorophyceen gewöhnlich nicht vorzukommen.

Innerhalb der Membran finden wir die übliche lebende Substanz, das Protoplasma mit seinen Organen. Meist liegt das Plasma peripher und wandständig, und die Zellmitte wird, jedenfalls in größeren Zellen, von einer zentralen Zellsaftvakuole eingenommen, welche aber von Protoplasmasträngen durchsetzt ist. Die Vakuolen können z. B. bei *Siphonales* und *Siphonocladales* riesige Dimensionen erreichen. Plasmaströmungen sind häufig und bei Vertretern der verschiedensten Gruppen wahrgenommen worden und werden oft scheinbar durch von der Zellwand nach innen vorspringende Zelluloseleisten, welche die Plasmaströmungen eindämmen, reguliert.

Die Zellkerne sind deutlich differenziert, kugelig, ellipsoidisch oder linsenförmig, entweder in jeder Zelle in der Einzahl vorhanden oder sie vermehren sich unabhängig von

etwaiger Zellteilung, so daß jede Zelle mehrere, oft außerordentlich zahlreiche Zellkerne enthält (*Siphonales*, *Siphonocladales*, *Cladophoraceae*, *Hydrodictyon*, *Protosiphon*, *Botrydium* u. v. a.). Oltmanns behauptet, und aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mit Unrecht, daß ganz allgemein die Zahl der Kerne eine Funktion der Zellgröße, nicht aber ein Ausdruck für die Verwandtschaft ist. Unsere Kenntnis der feineren Struktur der Zellkerne ist noch recht lückenhaft, doch zeigt der ruhende Kern in vielen der untersuchten Fälle, daß das Chromatin in dem peripher gelegenen Kerngerüst verteilt liegt und inmitten des Kerns der Nukleolus sich befindet. Zellkerne mit mehreren Nukleoli sind auch bekannt, aber in den meisten sind die Nukleoli sehr klein, was eine nähere Untersuchung sehr erschwert. Bei *Chaetophorales*, gewissen *Siphonales*, *Charales*, *Cladophora* u. a. enthält der Nukleolus kein Nuklein und spielt bei den Mitosen keinerlei Rolle, indem die Chromosomen aus dem im Gerüst liegenden Nuklein hervorgehen. Bei anderen Chlorophyceen dagegen, wie z. B. Conjugaten, Protococcoideen, *Shaeroplea*, gewissen Siphoneen enthält der Nukleolus erhebliche Mengen von Nuklein, und hier gehen natürlich die Chromosomen aus dem Nukleolus hervor. Es bleibt aber bei der Chromosomenbildung ein Rest übrig, der vielleicht den eigentlichen Nukleolus darstellt. Der sog. Pseudonukleolus sollte demnach sowohl aus einem echten Nukleolus wie auch aus den Chromatinmassen bestehen. Die beiden Kerntypen, die übrigens durch alle Übergänge verbunden sind, treten bei nahe verwandten Formen nebeneinander auf.

Die Kernteilungen erfolgen in fast allen untersuchten Fällen mitotisch, und zwar hauptsächlich in der Nacht. Bei den Characeen teilen sich die Kerne in den wachsenden Spitzen und in den Knoten mitotisch, während diejenigen der Internodialzellen typische Amitosen aufweisen. Zentrosomen werden bei vielen Algen vermißt; ob sie wirklich fehlen oder ob sie im Kern versteckt sind, ist noch unsicher.

Die Chromatophoren der Chlorophyceen liegen natürlich im Plasma allseitig eingebettet, sind aber von überaus wechselnder Form und Anzahl. Meist liegen sie naturgemäß peripher, während die Zellkerne mehr nach innen verschoben sind; bei den meisten Desmidiaceen, *Zygnema* (Fig. 1 K), *Cystococcus*, *Asterococcus*, *Prasiola* u. a. liegen sie jedoch zentral. Der Chromatophor kann hohlkugelig-becherförmig sein, wie z. B. bei den Volvocineen und vielen Protococcoideen, oder von Gestalt einer vierseitigen Platte mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken (Fig. 1 A) und liegt gewöhnlich der Wand parallel (*Ulothrix*, *Ulva*); bei *Pearsoniella* ist der Chromatophor von der Form eines ganzen Hohlzylinders. Sehr häufig hat der Chromatophor einen unregelmäßigen Umriss, mit Zacken und Einschnitten der mannigfaltigsten Art versehen (*Draparnaldia*, Fig. 1 B). Ein netzförmig durchbrochener Chromatophor kommt auch häufig vor, meist bei großzelligen Algen, wie z. B. *Cladophora* (Fig. 1 D), *Oedogonium* (Fig. 1 C) u. a., und bisweilen werden von den wandständigen Chromatophoren grüne Balken nach innen entsandt (*Cladophora*, *Hydrodictyon* u. a.). Die *Trentepohlia*-Arten haben in den jugendlichen Zellen bandförmige Chromatophoren, welche meist später beim Heranwachsen der Zellen in zahlreiche Stücke zerfallen, und ein ähnliches Verhalten kommt auch bei mehreren anderen Gattungen vor (*Blastophysa*, *Anadyomene*). Bei den meisten Siphoneen und bei den Characeen sind die Chromatophoren klein, linsenförmig und zahlreich in jeder Zelle vorhanden. Sehr mannigfaltig erscheinen die Chromatophoren der Conjugaten. *Mougeotia* hat eine axile Platte, die sich nach der Belichtung einzustellen vermag (Fig. 1 F, G); altbekannt sind die Chlorophyllbänder der Spirogyren, die nach außen hin einer Leiste aufgesetzt sind, und die zwei morgensternförmigen Chromatophoren bei *Zygnema* (Fig. 1 K).

Die Chromatophoren vieler Desmidiaceen bestehen aus einem axilen Mittelstück, von welchem mehrere bis zahlreiche Platten in der verschiedensten Weise ausstrahlen. Auf Einzelheiten kann aber hier nicht eingegangen werden. Zum Teil geben die Chromatophoren der Chlorophyceen diagnostische Merkmale für verschiedene Familien und Gattungen (*Microspora*, *Tribonema*, *Ulothrix*, Protococcoideen usw.), aber bei anderen trifft dies nicht zu. In vielen Fällen sind die einzelnen Plattenchromatophoren als der Ausgangspunkt für die übrigen komplizierteren sowohl, als auch für die zahlreichen kleinen anzu sehen (Siphonocladaceen); in anderen Fällen dagegen sind die genetischen Beziehungen der Formen zueinander unklar, so daß zur Zeit kaum etwas Sicheres zu sagen ist.

Die Teilung der Chromatophoren geschieht durch eine einfache Durchschnürung, wie bei den höheren Pflanzen, aber die Chromatophoren können auch ohne vorhergehende Ein-

schnürung direkt zerrissen werden. Beide Teilungsmodalitäten sind nicht scharf getrennt, sondern gehen ineinander über und können sich sogar in derselben Zelle abspielen.

Die Chromatophoren der Chlorophyceen scheinen ebenso wie die der höheren Pflanzen gebaut zu sein und bestehen aus einem eiweißhaltigen, farblosen Stroma, welches grünen Farbstoff in seinen Vakuolen enthält. Das Stroma ist mehr oder minder leicht zu Form-

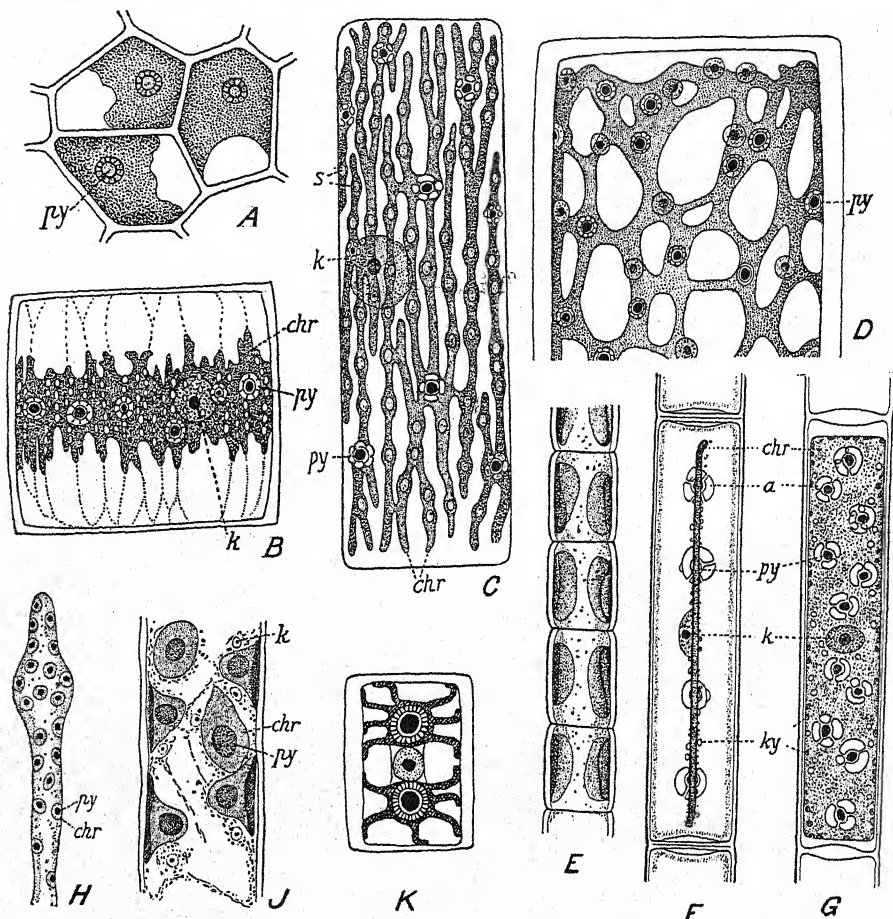


Fig. 1. Chromatophoren verschiedener Chlorophyceen. A Einige Zellen von *Ulva*; B Gliederzelle des Fadens von *Draparnaldia glomerata* Ag.; C *Oedogonium*-Zelle; D von *Cladophora arcta* (Dillw.) Kg.; E *Bumilleria exilis* Klebs; F, G *Mougeotia scalaris* Hass., der Chromatophor von der Seite bzw. von oben gesehen; H, J *Botrydium*, Stücke der Zellen, verschieden stark vergrößert; K *Zygnuma* sp. Zelle mit den beiden sternförmigen Chromatophoren im optischen Längsschnitt, py Pyrenoide, k Kern, chr Chromatophoren, a Stärke, s Stromastärke, ky Karyoide. (A nach Schimper; B-D, K nach Schmitz; E, H, J nach Klebs; F, G nach Palla.)

änderungen befähigt. Intensive Besonnung veranlaßt (nach Stahl), daß die fast spindelförmigen Chromatophoren der Vaucherien sich kugelig zusammenziehen, die Platten von *Mougeotia* werden zu wurmförmigen Körpern, und die strahligen Lappen der Chromatophoren von *Draparnaldia*, *Zygnema* u. a. ziehen ihre Fortsätze ein. Auch höhere Wärme kann ähnliche Formänderungen bewirken.

Was den Chromatophorenfarbstoff der rein grünen Chlorophyceen betrifft, so läßt sich das Chlorophyll ohne weiteres mit dem Phanerogamenchlorophyll identifizieren; sie führen das Chlorophyll a und b ungefähr in demselben Verhältnis wie die höheren Pflanzen; dazu kommt wie üblich Karotin und Xanthophyll. Bei den Heteroconten sind die Chromato-

phoren von einer charakteristischen gelbgrünen Farbe, was auf starker Beimengung der gelben Farbstoffe Karotin und Xanthophyll zu dem normalen Chlorophyll beruht. Wenn man diese gelben Farbstoffträger mit irgendeiner anorganischen Säure behandelt, nehmen sie einen bläulichen Farbton an, während die übrigen Chlorophyceen diesen Umschlag nicht zeigen. Diese Reaktion ermöglicht es, die Heteroconten sofort zu identifizieren. Man darf annehmen, daß die Assimilation der Algen stets von distinkten Chromatophoren besorgt wird, und, entgegen älteren Angaben, formloses, diffus im Plasma verteiltes Chlorophyll nicht vorkommt. Nach Zopf soll das bei den Chlorophyceen bisweilen auftretende Hämatochrom (*Trentepohlia*, *Haematococcus* u. a.) nichts anderes als Karotin sein. Dieser Farbstoff soll auch die Ursache der Rotfärbung des Augenfleckes bei beweglichen Algenzellen sein, und darauf beruht die häufig auftretende Rotfärbung der Zygoten und anderer Dauerzellen. Rotes Öl und Fette enthalten gleichfalls Hämatochrom aufgelöst.

Bei einer ganzen Reihe Algenchromatophoren treten eigentümliche, stark lichtbrechende, anscheinend eiweißreiche, kugelige oder linsenförmige Körper auf, die Pyrenoiden genannt werden. Außerhalb der Algen sind Pyrenoiden nur noch bei *Anthoceros* nachgewiesen und kommen vielleicht auch im Protonema mancher Laubmoose vor. Es gibt aber auch viele Chlorophyceen, fast in jeder Familie, bei denen Pyrenoiden niemals vorkommen. Die eigentliche Natur der Pyrenoiden ist in morphologischer und physiologischer Hinsicht noch wenig aufgeklärt. Sie können in Einzahl oder Mehrzahl in einem Chromatophor auftreten, liegen von diesem allseitig umschlossen und stellen fast homogene, kugelige oder längliche Körper dar, in deren Innerem häufig ein

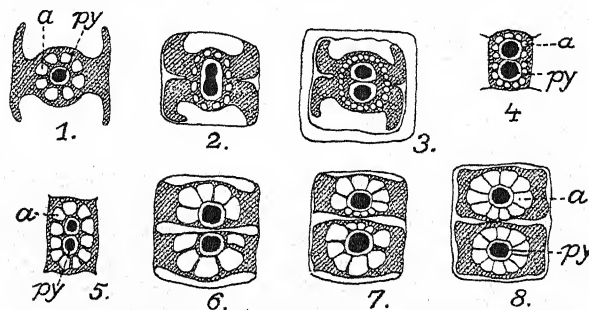


Fig. 2. *Hyalotheca mucosa* (Mert.) Ehrb. Teilung der Chromatophoren und Pyrenoiden (py) mit den umgebenden Stärkemassen (a). (Nach Schmitz aus Oltmanns, 800/1.)

Kristalloid erkennbar ist. Ringsum sind sie von zahlreichen, kleinen Stärkekörnern umgeben, welche bisweilen so

dicht liegen und miteinander verklebt sind, daß eine Beschalung der Stärkehülle gebildet wird, deren Mächtigkeit natürlich von Ernährungsbedingungen abhängig ist. Durch Zusatz von Säurefuchsin zu fixierten Objekten treten die Pyrenoiden besonders scharf hervor.

Über die nähere Struktur der Pyrenoiden herrscht noch nicht Einigkeit; sie sind von Schmitz, Bourquin, Boubier, Lutman, Wollenweber u. a. studiert. Die Bildung von Stärke in den Algenzellen ist aber nicht nur auf die Pyrenoiden beschränkt, sondern es hat sich oftmals konstatieren lassen, daß sie an scheinbar beliebigen Orten eines Chloroplasten ausgeschieden werden kann. Diese Stromastärke ist von der Pyrenoidstärke chemisch kaum zu unterscheiden, aber physiologisch scheint sie nicht immer Übereinstimmung zu zeigen, was besonders durch die Untersuchungen von Klebs an *Hydrodictyon* und von Dill bei *Chlamydomonas* hervorgeht. Die Bildung, Speicherung und Auflösung der Stromastärke, die hier offenbar im wesentlichen der Stärke der höheren Pflanzen entspricht, hängt ziemlich direkt von den Ernährungsbedingungen ab und erfolgt verhältnismäßig leicht. Demgegenüber ist die Pyrenoidstärke schwer beweglich; sie tritt sehr zeitig auf, wird erst bei längerem Aufenthalt im Dunkeln angegriffen und verschwindet normalerweise wohl nur bei der Bildung von Vermehrungszellen.

Die Vermehrung der Pyrenoiden geschieht häufig durch einfache Zweiteilung in gleichgroße oder ungleiche Teile, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Die Stärkekörner rücken ein wenig auseinander, und die ganze Masse wird durch einen Riß einfach durchgetrennt. In anderen Fällen scheint es, als ob die Pyrenoiden zusammenschrumpfen und ganz verschwinden können, um dann durch Neubildung spontan wieder zu entstehen, wie z. B. bei Schwärmer- und Gametenbildung. Schmitz nimmt an, daß in den Chromatophoren eine spezifische Pyrenoidsubstanz vorhanden sei, welche in wechselnder Menge je nach den Ernährungsbedingungen auftrete. Bei *Derbesia*, *Hydrodictyon* u. a. schwinden die Pyrenoiden in mäßigem Lichte, während sie bei guter Beleuchtung wieder gebildet

werden. Pyrenoidlose Rasen von normal pyrenoidführenden *Chlamydomonas*-Arten sind auch beschrieben worden. In systematischer Hinsicht ist deshalb auf das Vorhandensein oder Fehlen der Pyrenoide kein größeres Gewicht zu legen, weil die Ernährungsbedingungen eine große Rolle spielen, ob Pyrenoide gebildet werden oder nicht. Fast in allen Familien treten pyrenoidführende und pyrenoidlose Algen auf; den Characeen fehlen Pyrenoide ganz.

Durch die Photosynthese wird bei den meisten Chlorophyceen Stärke gebildet, welche leicht in den Zellen nachzuweisen ist; außerdem kommen bisweilen andere Kohlehydrate teilweise noch unbekannter Art in geringerer Menge als Reservestoffe vor, z. B. ist Inulin bei *Acetabularia* und *Bryopsis* nachgewiesen, bei *Chlorella* Glykogen, Tetrit und Erythrit kommen bei Protococcoideen und bei *Trentepohlia* vor. Wahrscheinlich ohne Ausnahme bilden die Heteroconten dagegen Öl und Fett als Assimilationsprodukt bei der Photosynthese. Dieses Öl und Fett entsteht aber wohl sekundär aus primär gebildeten Kohlehydraten. Außerdem tritt hier Leukosin vielfach auf. Viele Siphoneen und eine Reihe anderer Chlorophyceen verschiedener systematischer Stellung wie *Mesotaenium*, *Conochaete*, *Pleurococcus*, *Asterococcus*, *Schizochlamys*, *Cystococcus*, *Chlorococcum* speichern ebenfalls Öl auf, welches aller Wahrscheinlichkeit nach auch in ähnlicher Weise aus einem vorausgehenden Kohlehydrat entsteht. In solchen Algenzellen können gelegentlich Stärke und Öl nebeneinander nachgewiesen werden. In Zygoten wird auch häufig Öl als Reservestoff aus den anfänglich vorhandenen Stärkemassen gebildet, bei der Keimung tritt aber häufig wieder Stärke auf. Unter den stickstoffhaltigen Reservestoffen bei den Chlorophyceen müssen Eiweißstoffe erwähnt werden, welche in amorpher Form oder wie Kristalloide auftreten (*Siphonocladales*, *Siphonales*). Nach Berthold häufen sie sich in den Schläuchen von *Codium* besonders vor Beginn der Gametenbildung an, und in den jungen Schirmen bei *Acetabularia* befindet sich Eiweiß, das bei der Cystenbildung verbraucht wird. Bei *Derbesia* und *Bryopsis* handelt es sich um faser-, spindelförmige oder kugelige Gebilde, welche die üblichen Eiweißreaktionen zeigen. Volutin tritt bei vielen Conjugaten, Volvocaceen und anderen Chlorophyceen als ein Reservestoff auf.

In dem Zellsaft vieler Chlorophyceen befinden sich nicht selten gelöste Pigmente. Lagerheim hat aus *Pleurodiscus purpureus* einen solchen rotvioioletten Farbstoff isoliert und als Phykoporphyrin beschrieben. Auch bei *Mesotaenium* und anderen Desmidiaceen, z. B. der Schneeealge *Ancylonema*, ist Phykoporphyrin gefunden worden. Es ist wahrscheinlich derselbe Farbstoff, der in den Vakuolen der ♂ Gametangien von *Bryopsis* vorkommt. *Spirogyra* und eine Reihe anderer Chlorophyceen, wie *Draparnaldia*, *Oedogonium*, *Vaucheria*, *Dasycladus*, *Volvox*, *Nitella* u. a. führen in ihren Vakuolen reichlich eisenblauenden Gerbstoff. Die Vakuolenflüssigkeit kann bisweilen auch feste Körper führen, z. B. die Gipskristalle vieler Desmidiaceen. Auch Oxalatkristalle sind keine Seltenheiten.

Pulsierende Vakuolen kommen bei den Volvocaceen und bei geschlechtlichen und neutralen Schwärmern vor; die erstgenannten führen meist zwei, Zoosporen und Planogameten häufig nur eine. Wo zwei vorhanden sind, pflegen sie abwechselnd zu pulsieren. Das Pulsieren erfolgt meist recht rasch, von einer Systole zur anderen vergehen bei *Ulothrix*-Schwärmern 12—15 Sekunden, bei *Draparnaldia*-Zoosporen 28—30 Sekunden, bei *Gonium* wechselnd 26—60 Sekunden, aber das wird von der Umwelt wie Temperatur usw. stark beeinflusst. Über die Genese der Vakuolen ist nur sehr wenig bekannt. Bei der Teilung der Volvocaceenzelle scheint jede Tochterzelle eine Vakuole zu bekommen, und neben dieser wird eine neue gebildet. Es ist aber im großen und ganzen recht unsicher, ob die neuen Vakuolen durch Teilung oder durch Neubildung entstehen.

Zellteilung und vegetative Vermehrung. Da die Zellteilungsvorgänge der verschiedenen Chlorophyceen recht scharfe diagnostische Merkmale für die einzelnen systematischen Abteilungen bieten, habe ich diese unter den einzelnen Familien näher besprochen und halte es deshalb für unnötig, hier alles zu wiederholen. Bei den niedersten Formen, wie den meisten Protococcoideen, entstehen durch die Zellteilungen direkt neue Individuen, die durch Bersten oder Verschleimen der Mutterzellmembran frei werden. Es ist hier deutlich wahrnehmbar, wie der Protoplast sich innerhalb der Membran in 2 oder mehrere Portionen teilt, jede Portion sich mit einer neuen Membran umgibt und die jungen Tochterzellen längere oder kürzere Zeit durch die alte Mutterzellhaut zusammengehalten werden, bevor sie frei werden. Pascher behauptet nun in einer neulich er-

schiene Arbeit (1924), daß auch die Zellteilungen in den fadenförmigen Chlorophyceen ausschließlich nach diesem Typus erfolgen. Die Protoplasten teilen sich, jeder Teilprotoplast, der nicht regellos zu liegen kommt, sondern in die Längsachse des Fadens gelagert wird, umgibt sich mit einer eigenen neuen Haut; die alte Membran der Mutterzelle wird entsprechend gedehnt, so daß der ganze Faden aus einem solchen linearen System von Zellen besteht, die entsprechend ihrer Teilungsfolge ineinandergeschachtelt sind. Diese Genese des Zellfadens erleidet bei manchen Fadenalgen Modifikationen, wie z. B. *Oedogonium*, *Microspora*, *Tribonema*, *Binuclearia*, *Zygogonium* u. a., aber sie sollen sich direkt aus dem eben geschilderten Typus ableiten lassen. Eine echte Zellteilung, bei der die Kernspindel irgendwie nach der Art der höheren Pflanzen bei der Neubildung der Membran direkt beteiligt ist, kommt nach Pascher nirgends vor. Ich habe hier nur in aller Kürze diese Pascher'schen Anschauungen referiert, ohne damit in allen Fällen einverstanden zu sein. Nach meiner Meinung steht dieser Teilungsart die sog. primäre Wandteilung oder Fächerung, wie sie z. B. bei den *Pleurococcaceae*, *Chlorosphaeraeae*, *Ulvaceae*, *Blastosporaceae* und vielen höheren Chlorophyceen vorkommt, schroff gegenüber. Hier teilt sich der Protoplast, ohne sich von der Zellwand zu lösen, durch eine Zellplatte zu einer mit der Innenschicht der alten persistierenden Mutterzellhaut fest verbundenen Scheidewand. Infolgedessen erhält nur ein der ursprünglichen Teilungsfläche entsprechender Teil der Tochterzellen eine neugebildete Membran. Diese Teilungsart bildet gleichzeitig nur zwei Tochterzellen; simultane Bildung einer Mehrzahl von primären Scheidewänden im Innern einer einzelnen Zelle ist nicht bekannt. Die Verschiedenheiten in der Zellwandbildung sind mehrfach übersehen worden; ich lege ihnen aber grundsätzliche systematische Bedeutung bei. Dieses Merkmal gibt ein nicht nur konstantes, sondern auch ein in allen Fällen sicher festzustellendes Kennzeichen ab, das ohne Zweifel zur Umgrenzung und Trennung größerer Algengruppen Berücksichtigung finden sollte. Leider sind aber viele der niedersten Algenformen in bezug auf ihre Teilung noch zu ungenügend bekannt, um diesen Charakter in seiner ganzen Ausdehnung für die phylogenetische Einteilung verwerten zu können.

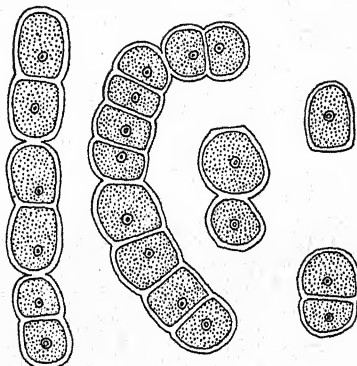


Fig. 3. *Hormidium flaccidum* Braun, Vermehrungsakineten. (Nach H. Printz.)

Endlich möchte ich auch die Aufmerksamkeit auf einen dritten Teilungsmodus, nämlich auf die zuerst von Börgesen beschriebene eigenartige segregative Zellteilung vieler *Siphonocladales*, richten, welche wahrscheinlich als ein modifizierter Typus des zuerst erwähnten Zellteilungsvorganges zu erklären ist.

Bei den einkernigen Chlorophyceen stehen die Zellteilungen in naher Beziehung zu den Kernteilungen, bei den vielkernigen dagegen sind Zell- und Kernteilungen nicht gekoppelt.

Vegetative Vermehrung erfolgt bei den Chlorophyceen häufig durch \pm zufällige Trennung der bestimmt geformten Kolonien oder durch Zerfall der Fäden in einzelne Glieder. Dies ist der gewöhnlichste Vermehrungsmodus bei den Desmidiaceen, wo die Zellen meist sofort nach der Zweiteilung voneinanderfallen, seltener werden sie nach der Teilung zu vielen fadenförmig miteinander vereinigt (*Hyalotheca*, *Bambusina*). Viele Fadenalgen zerfallen durch Abrunden einzelner Zellen leicht in kurze, ein- oder wenig-zellige Stücke, die jedes für sich sofort direkt weiterwachsen, sog. Vermehrungsakineten (Fig. 3). Der Zerfall der *Hormidium*-Fäden in einzelne Zellen, was wahrscheinlich von plötzlicher Änderung des Turgors herrührt, ist altbekannt; bei *Stichococcus* ist diese Vermehrung der einzig bekannte Reproduktionsmodus. Auch die Fäden vieler Zygnemaceen zerbrechen leicht, und bei einzelnen Spirogyren sind spezielle Einrichtungen getroffen, die diese Fragmentation der Fäden erleichtern sollen, ringförmige Einstülpungen der Querwände, welche durch Ausstülpungen die Fragmentation erleichtern. Dies geht aus Fig. 4 deutlich hervor. Klebs hat die Bedingungen dieses Fadenzerfalles näher studiert.

Wird die Wand dieser durch einfache Trennung losgerissenen Zellen auffallend verdickt, so sind die betreffenden Zellen Akineten zu nennen; diese können sich alsbald weiterentwickeln oder auch in ein Ruhestadium eintreten. Sie sind also — im Gegensatz zu den später zu besprechenden Aplanosporen — Umwandlungsprodukte normaler vegetativer Zellen, und bei ihrer Bildung wird eine Kontraktion des Zellinhaltes niemals beobachtet (Fig. 5). Eine Akinete ist gewissermaßen eine vegetative Zelle, die durch sekundäre Membranverdickung direkt zur Spore wurde. Sie entstehen häufig beim Austrocknen oder bei niedrigen Temperaturen im Herbst und können auch bei Verdunkelung hervorgerufen werden. Die ruhenden Akineten füllen sich mit Reservestoffen, Fett und Stärke, erhalten eine derbe, glatte oder warzige Membran, und in dieser erfolgen oft Einlagerungen von Eisen- und Kalkverbindungen. Akineten sind bei den verschiedensten Chlorophyceen nachgewiesen; sehr bekannt sind die von *Pithophora*, die rotgefärbten Akineten bei *Haematococcus*, bei *Prasiola*, *Zygnema* u. v. a. Die Keimung der Akineten erfolgt recht verschieden bei den einzelnen Gattungen und wird im systematischen Teil näher besprochen; sehr häufig geschieht die Keimung der ruhenden Akineten durch Bildung

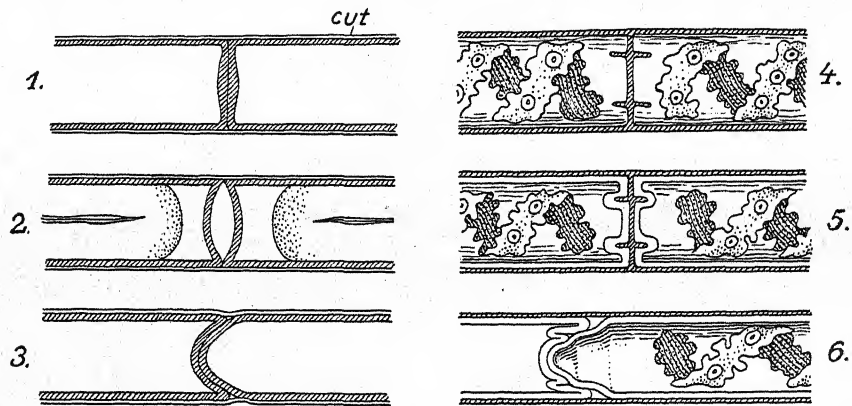


Fig. 4. 1-3 *Mougeotia* sp., Schema des Fadenzerfalles. 4-6 *Spirogyra* sp. 4, 5 Schema der Faltenbildung; 6 Ausstülpungen der Falten, cut Cuticula. (1-3 nach Benneck; 4-6 nach Cohn aus Oltmanns.)

von Schwärmern. Auch die häufig Cysten genannten Bildungen bei *Vaucheria* und die Brutkeulen bei *Dichotomosiphon* sind wohl als eine Art Akineten anzusehen und müssen in diesem Zusammenhang erwähnt werden.

Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen ist eine außerordentlich verbreitete, für den ganzen Entwicklungsgang wesentliche Erscheinung, welche zur Neubildung von einzelnen Individuen, Kolonien resp. vielzelligen Individuen führt, im Gegensatz zu deren Vergrößerung durch vegetative Zellteilung und den eben erwähnten, mit den äußeren Faktoren zusammenhängenden Vermehrungsarten. Bei den *Volvocaceae* ist dieser Gegensatz noch nicht ausgesprochen, weil hier noch der ganze vegetative Zustand mit Eigenbewegung begabt ist. Die Zoosporen, auch Schwärmsporen genannt, entstehen teils in unveränderten vegetativen Zellen, teils in besonderen, aus solchen hervorgegangenen einzelligen Organen, den Zoosporangien, entweder durch aufeinanderfolgende Teilungen oder, besonders wo zahlreiche Zellkerne vorhanden sind, durch simultane Sonderung des Protoplasmas, seltener (z. B. *Oedogoniaceae*) je eine aus dem ganzen Zellinhalt. Bei Beginn der Zoosporenbildung werden in den sich zu Zoosporangien umbildenden Zellen etwa vorhandene Pyrenoide und Stärke aufgelöst und gleichmäßig verteilt, das Plasma wird schaumig, die Kerne vermehren sich mitotisch und sind oft als helle Punkte wahrnehmbar; auch die Chromatophoren teilen sich in mehrere Stücke und verlassen meist ihren Platz nahe der Zellwand, während die Kerne häufig nach auswärts in die Hautschicht des Plasmas rücken. Dann beginnt sukzedan oder simultan die Aufteilung des Plasmas in die einzelnen Portionen, welche sich zuletzt zu Zoosporen herausmodellieren. Jedoch ist der Prozeß recht kompliziert und zeigt in den Einzelheiten viele Modifikationen. Die Zoo-

sporen entstehen meist zu zwei bis vielen in jedem Zoosporangium, bei den Vaucheriaceen dagegen nur in Einzahl.

Die Zoosporen geraten oft schon in der Mutterzelle in lebhaft wimmelnde Bewegung, bei anderen Algen dagegen beginnt die Bewegung erst, wenn die Zoosporen ins Freie gelangt sind. Sie werden übrigens in recht verschiedener Weise aus den Zoosporangien entleert, sie können einzeln oder in ganz kleinen Gruppen oder auch alle auf einmal, von einer gemeinsamen hyalinen Blase umschlossen, die Mutterzelle verlassen. Häufig entsteht durch Verquellen einer scharf umschriebenen Membranstelle ein rundes Loch in der Muttermembran, wodurch die Zoosporen ent schlüpfen, wie bei *Ulothrix*, *Cladophora*, vielen Siphoneen usw. Oft läßt sich an dieser Stelle schon lange vorher eine linsenförmige, hyaline Gallertmasse bemerken, aber häufig ist auch bis zum letzten Moment keine Andeutung der zukünftigen Öffnung sichtbar. Quellende Schleimmassen, aus der inneren Schicht der

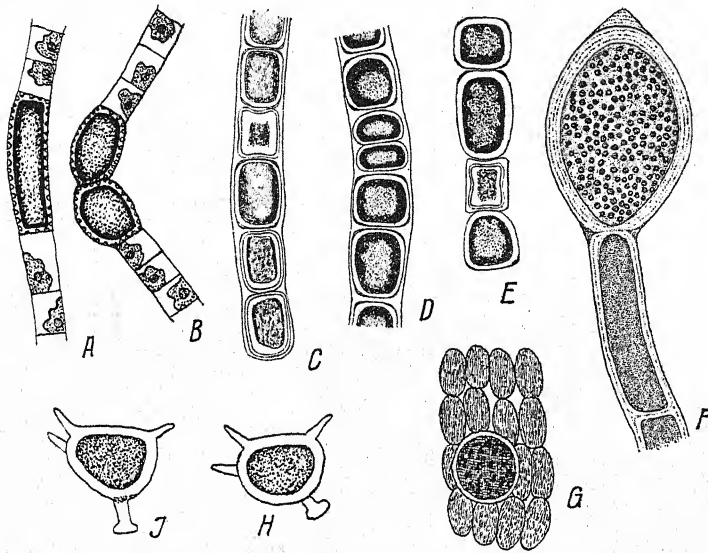


Fig. 5. Ruheakineten verschiedener Algen. A, B *Ulothrix idiospora* G. S. West; C–E *Ulothrix Pringsheimii* Wille, Fäden in Akinetenbildung; F endständiger Akinet von *Wittrockiella paradoxa* Wille; G Akinet bei *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay; H, J *Sorastrum spinulosum* Näg. (A, B nach G. S. West, ca. 500/1; C–E nach Wille, 480/1; F nach Wille, 142/1; G nach Schmidle, H, J nach Printz, 780/1.)

Zoosporangienwand entstehend, drängen die Zoosporen rein mechanisch zur Öffnung hinaus. Bei *Oedogonium* u. a. werden auch gallertähnliche Massen durch Ausscheidung aus zurückgebliebenem Plasma, welches bei der Zoosporenbildung nicht beteiligt ist, gebildet und befördern die Zoosporen hinaus. Besonders bei den einzelligen und primitiveren Formen werden die Zoosporen ganz einfach durch Bersten oder Verschleimen der ganzen Membran frei gemacht.

Die einzelnen Zoosporen sind nackte, meist multiradiale, birnförmige oder auch kugelige bis langgestreckte Körper, deren spitzes Vorderende meist farblos und oft papillenartig hervorgewölbt ist, während das breitere Hinterende den oder die Chromatophoren trägt. Ausnahmsweise kommen auch dorsiventralgebaute Zoosporen vor, wie z. B. bei *Hormidium* (Fig. 109 C). Die Heterocontenzoosporen besitzen meist zwei der Längsachse fast parallel gestellte Chromatophoren, bei den übrigen ist der Chromatophor häufig becherförmig oder von der Form einer napfartig gebogenen Platte, bisweilen kommen auch netzförmig durchbrochene Chromatophoren vor. Pyrenoide sind teils vorhanden, teils fehlen sie. Ein (selten mehrere) oft ziemlich weit über die Oberfläche der ganzen Zoospore uhrglasförmig aufragender Augenfleck (Stigma) ist als ein runder oder länglicher bis stäbchenförmiger, roter oder braunroter Fleck deutlich gekennzeichnet, kann aber auch fehlen, wie z. B. bei den meisten Heteroconten. Der Augenfleck entsteht in der Regel als Neubildung, denn in den ursprünglichen Zoosporangien ist kein Augenfleck sichtbar, und erscheint

aus farbloser plasmatischer Grundsubstanz aufgebaut zu sein, in deren Lücken und Hohlräumen von Hämatochrom (Karotin) gefärbte Öltropfen eingelagert sind. Unterhalb dieser farbigen Masse läßt sich in vielen Fällen ein linsenförmiger, lichtbrechender Körper nachweisen (Fig. 6 *Ea*). Obwohl ein einwandfreier Beweis dafür noch fehlt, ist man jedoch durch mehrere Wahrscheinlichkeitsbeweise zu der Annahme gelangt, daß das Stigma als lichtperzipierendes Organ fungiert. Im Innern der Zoosporen liegt \pm zentral ein Zellkern, und im farblosen Vorderende sind meist zwei pulsierende Vakuolen nachweisbar. Die Geißeln, vielfach auch Cilien genannt, sitzen am farblosen Vorderende an speziellen Basalkörpern — Blepharoplasten — inseriert, welche bisweilen wieder mit dem Zellkern oder dem inneren Plasma durch (mit Hilfe bestimmter Färbungsverfahren sichtbar zu machende) Rhizofibrillen oder Rhizoplasten verbunden sind (*Polytoma*, *Dunaliella*, *Hydrodictyon*). Die

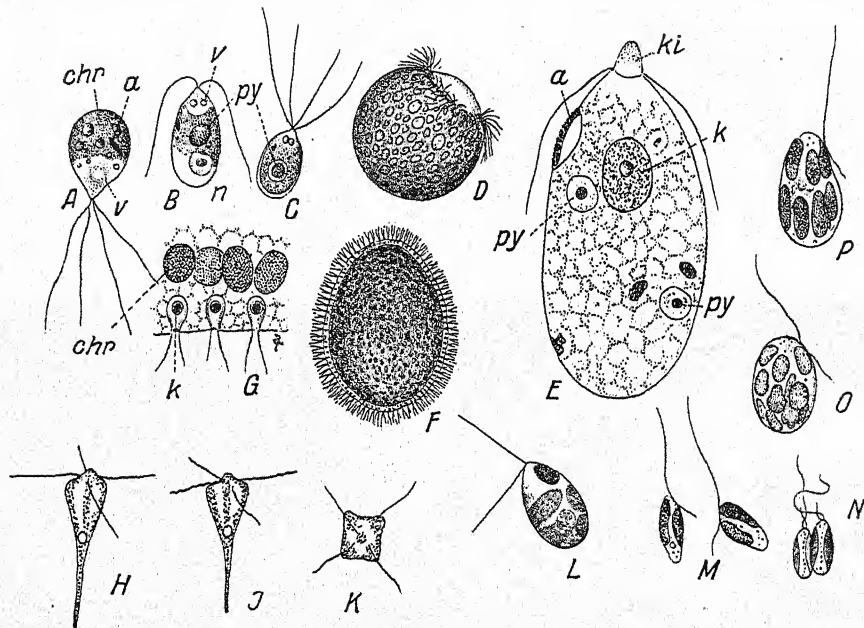


Fig. 6. Verschiedene Formen von Zoosporen. A Von *Ulothrix*; B, C *Chlamydomonas Reinhardtii* Dang.; D *Oedogonium concatenatum* Witttr.; E *Cladophora* sp.; F *Vaucheria repens* Hass.; G Stück einer Zoospore von *Vaucheria*; H—K *Urospora Wormskiolddii* (Mert.) Rosenw.; L *Chaetostrophon moniliformis* Hüther; M *Botrydiopsis*; N *Chlorosaccus fluidus* Luther; O, P *Tribonema bombycinum* (Ag.) Derb. et Sol.; chr Chromatophor, v pulsierende Vakuole, py Pyrenoide, k Kerne, a Augenflecke, ki kinoplasmatisches Vorderende. (Nach Oltmanns, Hagem und Luther.)

Teilung der Blepharoplasten scheint in vielen Fällen mit den Zellteilungen gekoppelt zu sein, in anderen dagegen steht ihre Teilung und Entstehung offenbar in keinerlei Beziehungen zu den Kernteilungen.

Die Zahl, Länge und Anordnung der Geißeln ist bei den verschiedenen Chlorophyceen sehr ungleich. Sehr häufig sind 2 oder 4 gleich lange Geißeln, 5—8 kommen bei gewissen niederen Volvocineen vor; die Zoosporen der Oedogoniaceen sind fast kugelig mit einem relativ breiten Mundende, welches aus durchsichtigem, dichtem Plasma besteht, und diesem sind die zahlreichen Geißeln im Kreise angeheftet (Fig. 6 D). Einen ähnlichen Wimpernkranz besitzen auch die kugeligen Zoosporen von *Derbesia*. Die riesige, eiförmige Zoospore der Vaucherien, die einzeln in jedem Zoosporangium entsteht, hat zahlreiche Zellkerne, deren jedem ein Paar Geißeln entspricht, welche die ganze Oberfläche bedecken; sie sind als »Synzoosporen« aufzufassen, d. h. sie sind von gewöhnlichen zweiwimperigen Zoosporen herzuleiten, die, jetzt nicht mehr getrennt, einen Zoosporverband darstellen, als in toto ausgeschlüpfte Zoosporangien (Fig. 6 F). Eine höchst interessante Erscheinung in dieser Richtung zeigen auch die Zoosporen von *Follicularia*; sie sind von sehr verschiedener Größe, enthalten 1—5 Pyrenoide, 1—5 Zellkerne und 1—5 Paar Geißeln. Wahr-

scheinlich entspricht jedem Kern ein Paar Geißeln, und die mehrgeißeligen und mehrkernigen Zoosporen, die neben einkernigen auftreten, sind ebenfalls als Synzoosporen aufzufassen, welche durch unvollkommenes Zerspalten des Protoplasten gebildet sind. Eine einzige Geißel haben die Zoosporen von *Mastigosphaera*, *Xanthodiscus* und gewisse Heteroconten, die im übrigen durch ihre zwei ungleich langen Geißeln deutlich charakterisiert sind (Fig. 6 M—P). Erneute Untersuchungen an angeblich eingeißeligen Heteroconten haben mehrmals eine zweite kurze Geißel an den Tag gebracht. Es ist deshalb nicht unmöglich, daß sämtliche Heteroconten zwei ungleich lange Geißeln besitzen. Übrigens werden die Zoosporen, ihre Gestalt und Bewimperung, unter den einzelnen Familien oder Gattungen näher besprochen (Fig. 6).

An den meisten Geißeln ist eine besondere Struktur nicht nachgewiesen, an den niederen Formen dagegen sind an ihnen zwei Teile wahrnehmbar: ein festerer Stiel und eine leicht bewegliche Schnur (*Dumaliella*, *Polytomella*, *Chlorogonium*, *Chlamydomonas*, *Spermatozopsis*). Der erstere besteht vielleicht aus einem Rohr, das von einem Achsenfaden durchzogen ist. Die Bewegung der Zoosporen ist eine langgezogene rechts- oder linksdrehende Schraubenlinie, wobei sie gleichzeitig um ihre eigene Achse rotieren; aber die Bewegung der Geißeln ist sehr kompliziert und — wie es scheint — keineswegs einheitlich. Uhlé hat die Bewegungserscheinungen vieler Schwärmer näher geschildert. Die Geschwindigkeit der Zoosporen ist recht verschieden, und nachdem sie einige Zeit umhergeschwommen sind, was selten mehr als 1—2 Stunden dauert (oft viel kürzer), kommen sie zur Ruhe. Die Geißeln werden meist einfach abgeworfen; es gibt aber auch Beispiele dafür, daß sie von der Zelle zurück- oder eingezogen werden (*Oedogonium*, *Cladophora*, *Vaucheria*); die Zelle umgibt sich mit einer Membran und wächst meist sofort zu einer neuen Pflanze aus. Die Geißeln können auch erhalten bleiben und zur Befestigung der Zoosporen auf der Unterlage dienen. Dies ist u. a. bei *Stipitococcus* und *Peroniella* der Fall, wo die Geißel direkt zu einem Stiel umgebildet wird. Zoosporen fehlen den Conjugaten, Caulerpaceen, den autosporineen *Protococcales* und *Charales*.

Es gibt aber Formen, bei denen das bewegliche Schwärmerstadium immer mehr verkürzt wird, bis schließlich die Zoosporen gar nicht mehr aus der Mutterzelle austreten, sondern sich noch innerhalb der Muttermembran zu kugligen vegetativen Zellen sporulieren, und welche durch Zerreißen oder Verquellen der Mutterzellenwand frei werden (Fig. 7). Diese unbeweglichen Vermehrungszellen werden Aplanosporen genannt. Sie sind tatsächlich nichts anderes als die noch in der Mutterzelle zu vegetativen Zellen gewordenen Zoosporen; dies geht u. a. daraus hervor, daß alle Übergänge zwischen beweglichen Zoosporen und unbeweglichen Aplanosporen vorkommen. Es gibt ja auch naheverwandte Algen, welche bald Zoosporen, bald Aplanosporen besitzen, ja sogar Algen,

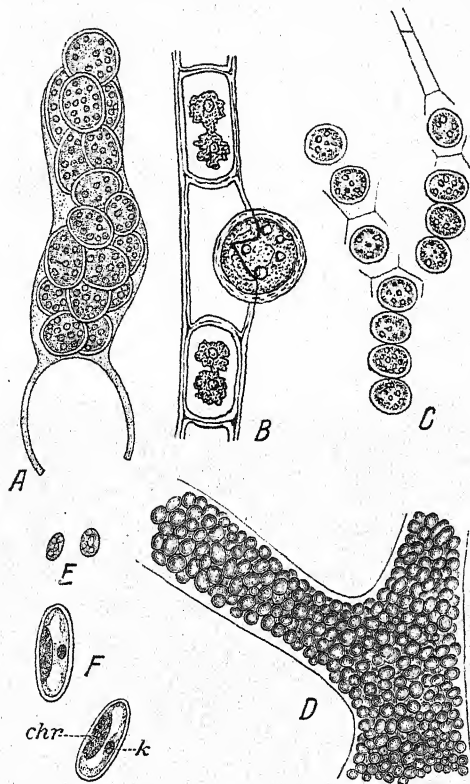


Fig. 7. Aplanosporen. A *Wittrockiella paradoxa* Wille; B *Zygnema ericetorum* Kütz.; C *Draparnaldia glomerata* Ag.; D *Phyllosiphon Arisari* Kühn; E freie Aplanosporen von *Phyllosiphon*; F *Phytophysa Treubii* Web. van Bosse, freie Aplanosporen. (A nach Wille; B nach G. S. West; C nach Klebs; D nach R. Just; F nach Web. van Bosse. A 278/1, B ca. 500/1, D 400/1.)

die an derselben Art einmal Zoosporen austreten lassen, ein andermal diese innerhalb der Mutterzelle zu Aplanosporen umwandeln. An den Aplanosporen von gewissen Chaetophoraceen ist noch ein Augenfleck wahrnehmbar. Bei *Pediastrum*, *Euastropsis* und *Sorastrum* verlassen die Zoosporen die Muttermembran in einer gemeinsamen Gallertblase, wo sie bald zur Ruhe kommen, und legen sich zu Coenobien zusammen. Es ist kein großer Schritt zu *Hydrodictyon*, wo die zahlreichen mit Geißeln versehenen Zoosporen nicht mehr frei werden, sondern bloß eine leise, zitternde Bewegung innerhalb der Muttermembran zeigen. Nach einiger Zeit ordnen sich die Zoosporen und bilden ein Netzwerk, wobei sie sich mit den Flanken berühren, während das geißeltragende Vorderende gegen die Zellmitte zeigt. So entsteht das junge Netz innerhalb der Mutterzellmembran und wird erst frei durch Aufquellen der inneren Membranschicht, während die

Außenschicht sich kutikulaartig in Lappen ablöst. Bei *Marthea* haben die Zoosporen, wenn sie diesen Namen noch führen können, zwar noch Stigma und pulsierende Vakuolen, bilden aber keine Geißeln aus, dagegen zeigen sie nur amöboide Bewegungen, kriechen als kleine, grüne Amöben in der Mutterzelle herum, stellen aber bald ihre Bewegung ein und schließen sich zu bestimmt geformten Coenobien zusammen. Bei den meisten Aplanosporen führenden Algen werden dagegen nicht erst Zoosporen gebildet, sondern die Teilstücke des Protoplasten umgeben sich direkt mit einer neuen Membran und bilden derbwandige Ruhestadien, die erst nach einer kürzeren oder längeren Zeit auskeimen. Dabei werden Schwärmer oder unbewegliche vegetative Zellen gebildet, die dann zu neuen Individuen auswachsen.

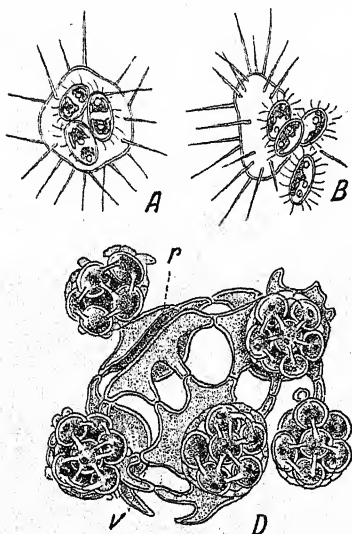


Fig. 8. Bildung von Autosporen und Autokolonien. A, B *Lagerheimia Echidna* (Bohlin) Wille; C *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Möb.; D *Coelastrum reticulatum* Senn, junge Kolonien, welche aus dem Riß (r) hervorgetreten sind, v Verbindungsfäden. (A, B nach Bohlin, 600/1; C nach Chodat; D nach Oltmanns.)

Die Zoosporen der Heteroconten zeigen häufig Amöboidie, welche aber nur selten bei denen der höheren Chlorophyceen vorkommt, z. B. bei *Ulotrichales*.

Recht häufig nehmen die Aplanosporen schon innerhalb der Muttermembran die definitive Gestalt der Mutterzelle an. Solche Aplanosporen, welche weit ausge-

bildete Morphologie der Mutterzelle erkennen lassen, werden Autosporen genannt (Fig. 8). Es gibt alle Übergänge zwischen Aplanosporen und Autosporen. Wenn sich die Autosporen schon innerhalb der Mutterzelle zu Kolonien vereinigen, liegen sog. Autokolonien vor (z. B. *Coelastrum* [Fig. 8 D], *Scenedesmus*, *Crucigenia* u. v. a.). Nach der obigen Darstellung läßt sich die scharfe Grenze, die viele Forscher in systematischer Hinsicht zwischen den Zoosporeneen mit beweglichen und den Autosporeneen mit unbeweglichen Vermehrungszellen ziehen, kaum aufrechterhalten.

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß bei gewissen Algengattungen, sogar bei ein und derselben Art, zweierlei Zoosporen, nämlich Makro- und Mikrozoosporen, vorkommen. Um ein Beispiel zu nehmen, greifen wir *Ulothrix* heraus. Hier entstehen die Makrozoosporen in geringer Zahl, in Einzahl oder zu mehreren, niemals aber viele in einer Fadenzelle. Sie tragen vier Geißeln, ein Chromatophor am Hinterende und einen sehr deutlichen Augenfleck weit nach vorn. Die Makrozoosporen bewegen sich mäßig lange, bis 24 Stunden, bevor sie keimen. Die Mikrozoosporen derselben Alge dagegen werden in größerer Zahl in einer Zelle gebildet und sind demgemäß kleiner, schlank-birnförmig, mit einem Augenfleck etwa in der Mitte der Zelle, und in der Regel sind vier Geißeln vorhanden, doch gibt es auch Mikrozoosporen, welche deren nur zwei führen. Im allge-

meinen haben die größten vier, die kleinsten zwei Geißeln; eine Zwischenstufe hat anfänglich vier Geißeln, stößt aber früher oder später davon zwei ab. Die Mikrozoosporen bewegen sich länger, 2—6 Tage, und trennen sich auch in physiologischer Hinsicht von den Makrozoosporen ab. So zeigen sie z. B. eine verschiedene phototaktische Empfindlichkeit. Makro- und Mikrozoosporen kommen auch bei anderen Algen vor und sind z. B. bei mehreren Gattungen der Chaetophoraceen bekannt. Sie sind beide Formen neutraler Zoosporen, welche direkt keimen.

Schließlich wäre hier noch des *Palmella*-Stadiums oder der Palmellisation zu gedenken, eines bei verschiedenen beweglichen (*Volvocaceae*) oder sich normal nie vegetativ teilenden (*Chlorococcaceae*) oder fadenbildenden Algen (*Ulothrix* und mehrere Chaetophoraceen) auftretenden Zustandes, in welchem durch Teilung nach zwei oder drei Richtungen einzelne kugelige, in \pm dicke Gallerte eingebettete Zellen gebildet werden, wie sie für die aufzugebende Gattung *Palmella* beschrieben wurden (Fig. 9). Die Palmellen scheinen widerstandsfähiger zu sein als die gewöhnlichen vegetativen Zellen, und mit ihrer Hilfe überstehen die betreffenden Algen ungünstige Zeiten. Sie können z. B. durch Kultur von *Chlamydomonas*-Arten, *Eudorina*, *Gonium* und vielen anderen Algen auf festem Substrat hervorgerufen werden. Die Palmellen können auf verschiedene Weise wieder in die Normalform übergehen; meist entwickeln sie Zoosporen, die aus der umgebenden Gallerte ausschlüpfen.

Geschlechtliche Fortpflanzung.

Da ich die geschlechtliche Fortpflanzung und die Geschlechtszellen der Chlorophyceen bei den einzelnen Familien und Gattungen näher besprochen habe, kann ich mich hier ganz kurz fassen. Wir finden zwischen den Chlorophyceen einen fast ununterbrochenen Aufstieg von den niedersten Stufen der Gametenkopulation bis zur Eibefruchtung.

Die Gameten sind entweder einander gleich oder ungleich groß, aber beide aktiv beweglich, ohne Membran entweder Isogameten oder Heterogameten. Die Gameten, von ähnlicher Gestalt wie die Zoosporen, aber gewöhnlich kleiner (daher vielfach Mikrozoosporen genannt), bilden sich in der gleichen Weise wie die letzteren, bald in unveränderten, bald in besonderen Zellen (Gametangien) und vereinigen sich zuerst mit ihrem farblosen Vorderende (Ausnahmen bei *Leptosira* und anderen, sowie die membranbekleideten Gameten bei *Chlamydomonas*) (Fig. 10 A, B, C, E, G). Durch diejenigen Fälle, in denen je ein größerer ♀ schwärmender Gamet mit einem kleineren ♂ kopuliert — Heterogamie — (*Phacotus*, *Bryopsis*, *Pseudobryopsis* [Fig. 10 J], *Codium* [Fig. 10 L—N]), ist hiermit die Eibefruchtung verknüpft, bei welcher die ♀ Eizelle groß, unbeweglich ist, in einer besonderen Zelle (dem Oogonium) einzeln (nur bei *Sphaeroplea* in Mehrzahl) entsteht, und durch kleine, aktiv bewegliche, mit Geißeln versehene (überhaupt den Gameten und Zoosporen ähnlich gestaltete) Spermatozoiden befruchtet wird. Diese letzteren entstehen in \pm ausgezeichneten Zellen, den Antheridien, und sind vielfach kleinen Zoosporen ähnlich, doch pflegen die Zellkerne im Verhältnis zum übrigen Plasma recht groß zu sein, während die Chromatophoren kleiner werden und oft eine gelbliche oder eine sonst von der normalen abweichende Färbung haben. Bei gewissen Algen fehlen den Spermatozoiden Chromatophoren ganz, wie z. B. den meisten Coleochaeten, denjenigen der Vaucherien und Characeen. Hier liefern ausschließlich die Eier die Chromatophoren für die Nachkommen. Die letzteren scheinen in Bau und Entwicklung im wesentlichen mit den

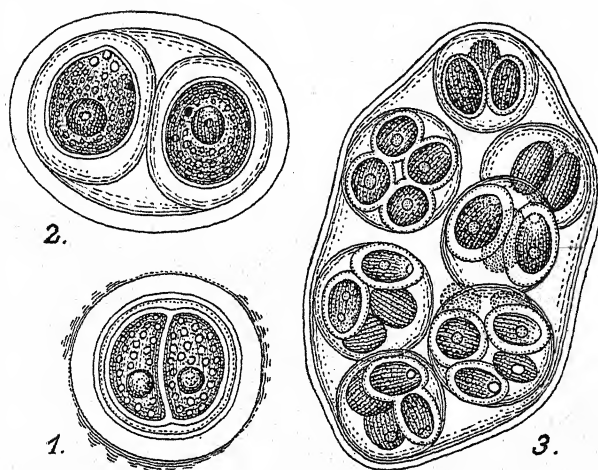


Fig. 9. *Chlamydomonas Braunii* Gorosch. Palmelloide Stadien.
(Nach Goroschankin aus Oltmanns.)

Spermatozoiden der Moose und Farne übereinzustimmen. Auf Fig. 11 sind einige Spermatozoiden verschiedener Chlorophyceen dargestellt.

Die Eibildung der verschiedenen Chlorophyceen ist recht mannigfaltig, erinnert aber grundsätzlich an die Entwicklung der Zoosporangien, auf welche sie phylogenetisch auch sicher zurückgehen; im einzelnen haben sie aber eine verschiedene Differenzierung erfahren. Das alles hier zu wiederholen, halte ich indessen für überflüssig. — Statt beweglicher Gameten — Planogameten — kommen bei den Conjugaten stets unbewegliche Gameten — Aplanogameten — vor. Die kopulierenden Aplanogameten können einander gleich sein (Isogamie) oder \pm ungleich sein (Heterogamie) (Fig. 12).

Viele Algen sind diözisch. So hat Berthold für *Dasycladus* gezeigt, daß die von einem Individuum stammenden Gameten niemals miteinander verschmelzen; es ist dagegen

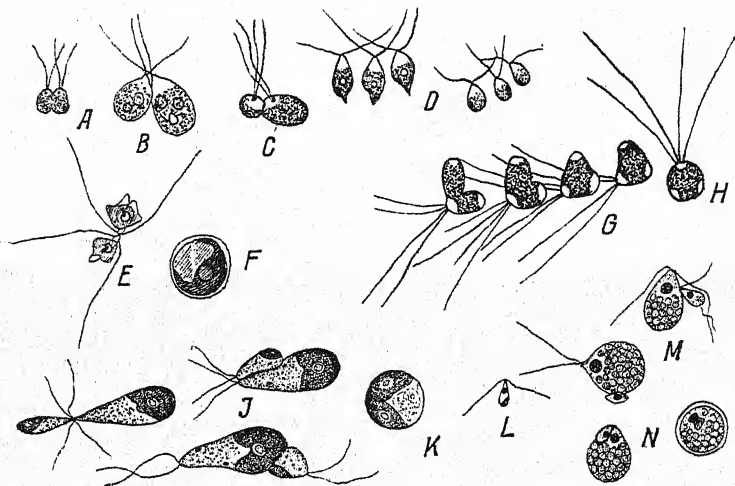


Fig. 10. Planogameten und deren Kopulation bei verschiedenen Chlorophyceen. A *Monostroma membranacea* W. et G. S. West; B *Phyllobotium dimorphum* Klebs; C *Pandorina morum* (Müll.) Bory.; D ♀ und ♂ Gameten von *Urospora mirabilis* Aresch.; E Gameten von *Brachiomonas submarina* Bohlin; F Zygote derselben; G verschiedene Stadien der Kopulation bei *Trentepohlia Bleischii* (Rabenh.) Wille; H Zygozoospore derselben; J Kopulationsstadien bei *Pseudobryopsis myura* (J. Ag.) Berth.; K Zygote derselben; L–N ♂ und ♀ Gameten, Kopulationsstadien und Zygoten bei *Codium tomentosum* (Huds.) Stackh. (A, C nach G. S. West; B nach Klebs; D Original; E, F nach Bohlin; G, H nach Wille; J–N nach Oltmanns.)

immer erforderlich, Gameten zweier Pflanzen, und zwar ein Paar, das zusammenpaßt, zusammenzubringen. Obgleich die Pflanzen morphologisch übereinstimmen, handelt es sich hier um ♀ und ♂ Individuen, die wahrscheinlich bereits durch die Reduktionsteilung in der keimenden Zygote festgelegt werden. Dagegen kann bei monözischen *Chara*-Arten eine Befruchtung zwischen Geschlechtszellen einer und derselben Pflanze vollzogen werden, und bei *Vaucheria* kann man direkt wahrnehmen, daß benachbarte Geschlechtsorgane sich befruchten. Es gibt auch monözische Spirogyren, wo Nachbarzellen eines Fadens kopulieren (Rhynchonemakopulation), und Gameten eines und desselben *Ulothrix*-Fadens — zwar von verschiedenen Zellen her stammend — sind in der Lage, kopulieren zu können. Diese Beispiele müssen genügen, die Sache zu beleuchten; übrigens wissen wir noch zu wenig über die Kernteilungsvorgänge der Gametangien, um die Einzelbeobachtungen von einem gemeinsamen Gesichtspunkt aus behandeln zu können.

Das Öffnen der Geschlechtsorgane einer Algenspezies erfolgt meist sehr regelmäßig; an sämtlichen Individuen am gleichen Orte entleeren sich die reifen Sexualorgane alle gleichzeitig, dagegen ist die Zeit der Massenentleerung der Sexualprodukte für die einzelnen Arten sehr verschieden. Es ist ja eine altbekannte Tatsache, daß sich viele Algen nur in der »Nacht« fortpflanzen. Besonders bevorzugt scheint der Tagesanbruch zu sein. So gibt Oltmanns z. B. an, daß sich die Gametangien von *Bryopsis* in Neapel meistens zwischen 5 und 6 Uhr morgens im April öffnen, und ähnliche Beobachtungen liegen für

eine ganze Reihe Chlorophyceen vor. Einzelne haben aber für ihre Reproduktion den Tag gewählt. Manche Formen sind durch eine ganz besondere Präzision ausgezeichnet; so hat Oltmanns, dem wir eine Reihe interessanter Beobachtungen verdanken, für *Dasycladus* 4,20 Uhr bis 4,40 Uhr als Öffnungszeit an verschiedenen Orten des Golfes von Neapel sowie im Neapeler Aquarium angegeben, *Codium* hielt ziemlich genau die Zeit von 12,20 Uhr bis 12,40 Uhr inne usw. Andere Gattungen verhalten sich unregelmäßiger und können auch die Öffnungszeit länger ausdehnen.

Über die Ursachen dieser rhythmischen Entleerung der Sexualzellen wissen wir noch nicht viel, aber sie werden gewiß von der Umwelt, wie Wechsel von Licht und Dunkel, induziert, und es läßt sich durch Verdunkelung vielfach der Austritt der Geschlechts-

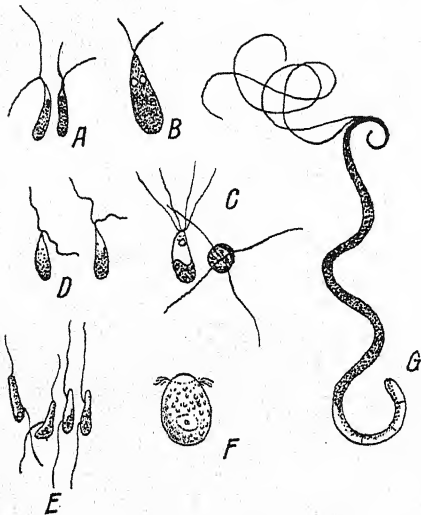


Fig. 11. Spermatozoen verschiedener Chlorophyceen. A *Eudorina elegans* Ehrb.; B *Cyllindrocapsa involuta* Reinsch.; C *Aphanochaete repens* A. Br.; D *Sphaeroplea annulina* (Roth) Ag.; E *Vaucheria sessilis* DC.; F *Oedogonium Braunii* Kütz.; G *Chara* sp. (A nach Goebel; B nach Cienkowski; C nach Hüber; D nach Cohn; E nach Woronin, 820/1; G nach Belajeff.)

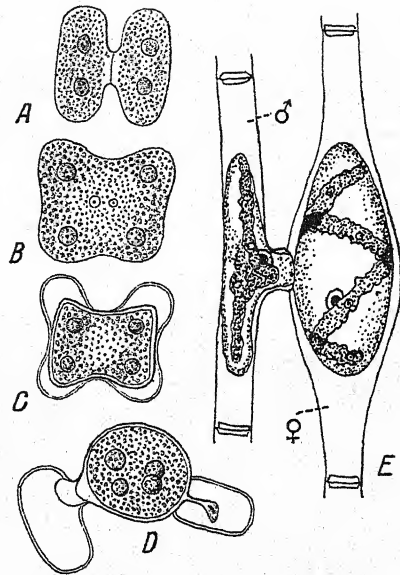


Fig. 12. Kopulation von Aplanogameten. A-D Verschiedene Stadien bei der Kopulation von *Cyllindrocystis Brebissonii* Ralfs; E Kopulation von *Spirogyra tenuissima* (Hass.) Kütz. (A-D nach de Bary; E nach G. S. West.)

organe bis zum Morgen verzögern. Dadurch ist es mir gelungen, den Austritt der Aplanosporen bei *Bumilleriopsis*, welcher gewöhnlich in der Nacht geschieht, bis zum Morgen zu verschieben. Auch Temperaturverhältnisse, Wechsel der Gezeiten und verschiedene andere Faktoren können dabei beteiligt sein. Dieses gleichzeitige Freiwerden der Sexualzellen einer Spezies ist natürlich von der größten biologischen Bedeutung; auch andere Prozesse, die wir wahrnehmen können, spielen eine große Rolle für das Zusammentreffen der Gameten aus relativ weiter Ferne, z. B. Phototaxis. So erwähnt z. B. Oltmanns, daß er bei ruhiger See am frühen Morgen einige Male die Oberfläche in der Nähe des Landes durch zahlreiche Schwärmer und Gameten der *Ulva*, *Enteromorpha*, *Monostroma* u. a. grünlich gefärbt gefunden habe. Nach einigen Stunden waren die Zellchen verschwunden. Er nimmt an, daß die Gameten durch das Licht an die Oberfläche gelockt werden, hier kopulieren und später zu Boden sinken. Wenn aber die Gameten erst aus der Ferne einander genähert sind, spielt sicher auch für das weitere Zusammentreffen und die Verschmelzung Chemotaxis eine große Rolle. Ähnliches Verhalten ist auch bei den Gameten der diözischen *Monostroma*-Arten beobachtet worden.

Das Vereinigungsprodukt, welches allgemein Zygote (oder Zygospore) genannt werden kann, entwickelt sich in einigen Fällen sofort zu einer neuen Pflanze (*Monostroma*, *Ulva*, *Cladophora*, *Bumilleria*, *Botrydium* z. T.), oder es setzt die schwärmende Bewegung der Gameten noch eine Zeitlang als »Zygozoospore« fort (*Chlorochytriae*), meist aber geht

die Zygote in einen Ruhezustand über, der als Zygozygote (durch Kopulation von Gameten entstanden) oder Oozygote (durch Eibefruchtung entstanden) bezeichnet wird. Bemerkenswert ist die Umhüllung der im Oogonium liegenden Oozygote durch vegetative Zellen bei *Coleochaete* und den Characeen. Bei den ruhenden Zygoten wird die Membran stark verdickt, und sie speichern Öl, Fett und ähnliches als Reservestoffe; häufig werden sie durch Hämatochrom gefärbt, besonders die, welche zur Ruhe auf trockenem Boden bestimmt sind, z. B. *Sphaeroplea*, *Haematococcus* u. a.

Die Keimung der Zygozygote oder Oozygote kann direkt eine neue Pflanze liefern (z. B. *Vaucheria*), meist aber entstehen erst Schwärmsporen, deren Bildung in dem extremen Falle von *Coleochaete* durch vegetative Teilungen eingeleitet wird.

Ein regelmäßiger Generationswechsel zwischen diploiden und haploiden Generationen ist wohl bei den Chlorophyceen nicht sicher nachgewiesen. Nach der Befruchtung liegen oft der ♂ und ♀ Zellkern lange nebeneinander, vor der ersten Teilung schmelzen sie zusammen, und nach der ersten Teilung tritt wohl die Reduktionsteilung ein; ob diese Reduktionsteilung so lange aufgeschoben wird, daß man in dieser Hinsicht von einer neuen Generation sprechen kann, ist zur Zeit nicht bekannt. Überall, wo man die Kernteilungsvorgänge näher studieren konnte, zeigte sich, daß die Reduktionsteilung beim ersten Teilungsschritt des Zygotenkernes stattfindet. Die keimenden Zygoten liefern so alsbald wieder je einen Gametophyten, die direkt aufeinanderfolgen, wie z. B. bei Siphoneen, Characeen, Conjugaten usw. Besonders bei den Conjugaten sind die Kernteilungen studiert. Bei *Mesotaenium*, *Cylindrocystis* und anderen zu der Unterfamilie *Saccodermaceae* gehörigen Gattungen folgt auf die erste heterotypische Teilung, wodurch die Chromosomenzahl wieder herabgesetzt wird, bald eine zweite normale Mitose, wodurch alles in allem 4 haploide Kerne gebildet werden, von denen jeder zu einem entwicklungsfähigen Keimling wird. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Kernteilungen bei den übrigen Desmidiaceen; aber von den vier in der Zygote entstandenen Kernen werden zwei reduziert, so daß nur zwei Keimlinge frei werden. Auch die Zygnemen zeigen dieselben Kernteilungen; hier gehen aber drei Kerne zugrunde, und nur ein Keimling wird ausgebildet. Ganz ähnlich bei den Characeen, wo nur einer der vier Kerne weiterentwickelt wird. Zwar brechen bei einer Reihe von Chlorophyceen aus der keimenden Zygote erst Zoosporen hervor (*Hydrodictyaceae*, *Ulothrixaceae*, *Sphaeropleaceae*, *Oedogoniaceae* u. a.), welche später zu der vegetativen Generation auswachsen und die man vielleicht als die erste Andeutung einer neuen Generation betrachten könnte.

Dies ist etwas deutlicher ausgesprochen bei *Coleochaete*. Hier entsteht durch gesetzmäßige Teilung der befruchteten und berindeten Eizelle der bekannte kugelige Körper, den man gewöhnlich als eine Sporophytgeneration auffaßt. Die erste Teilung in der Zygote ist aber auch hier eine heterotypische, so daß die sog. Sporophytgeneration bei *Coleochaete* auch haploid ist. Viele Forscher meinen deshalb, daß sie nur einen Teil der Gametophytengeneration darstellt; andere dagegen, wie z. B. Oltmanns, sehen hier nur einen Fall, daß der Phasenwechsel nicht mit dem Wechsel der Generationen zusammenfällt (in Übereinstimmung mit den haplobiontischen Florideen). — Bei den Chlorophyceen finden wir also überall, daß die diploide Phase durch eine einzige Zelle, die Zygote, und nur durch diese repräsentiert wird.

Endlich muß in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß bei der Keimung der Zygote einiger höherer Chlorophyceen, z. B. *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Coleochaete* u. a., eine Art vegetativer Zwergform auftritt, aus welcher durch vegetative Vermehrung die gewöhnliche vegetative Lebensform entsteht. Um ein paar Beispiele zu nehmen, so finden wir, daß, während die gewöhnlichen Zoosporen von *Ulothrix zonata* direkt zu neuen Fäden heranwachsen, aus denen, welche den Zygoten entstammen, erst eine Zwergpflanze entsteht. Erst aus den von diesen Zwergpflanzen gebildeten Zoosporen werden wieder normale vegetative *Ulothrix*-Fäden erzeugt. Bei *Oedogonium* teilen sich die Zygoten bekanntlich in 4 Zoosporen, welche, jedenfalls bei gewissen Arten, zu kleinen geschlechtslosen Pflanzen heranwachsen, denen sogar mehrere Generationen aufeinanderfolgen können, bevor die normale geschlechtliche Pflanze sich wieder zeigt. Auch die Zoosporen, die aus der sog. Sporophytgeneration bei *Coleochaete* gebildet werden, wachsen nicht zu gewöhnlichen Gametophyten aus, sondern erzeugen erst kleine geschlechtslose Pflanzen, bisweilen viele Generationen nacheinander, bevor die geschlechtliche Pflanze wieder auftritt.

Der Wechsel der Lebensformen kann im letzten Falle in folgender Weise ausgedrückt werden:

$$V^n G \vee V^n,$$

wobei V die gewöhnlichen, vegetativen Generationen, \vee die vegetative Zwerggeneration und G die geschlechtliche Generation bezeichnet.

Ich nenne diese Reihenfolge Generationswechsel. Wenn auch diese Reihenfolge der verschiedenen Lebensformen umgeändert oder sogar aufgehoben werden kann, indem die Alge sich unter bestimmten künstlichen Bedingungen, die in der Natur nicht eintreffen können, z. B. ununterbrochen vegetativ vermehrt und also die geschlechtliche Generation übersprungen wird oder richtiger nicht eintritt, so finde ich doch deshalb keinen Grund, einen Generationswechsel zu verneinen.

Parthenogenese und Bastardierung. Bei den gewöhnlichen vegetativen Generationen der Chlorophyceen scheinen die Kerne der Geschlechtszellen haploid zu sein. Es hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, daß bei den Algen so oft ein Auswachsen sowohl der ♂ (Androgenese) wie der ♀ Geschlechtszelle (Parthenogenese) beobachtet werden kann. Dies ist besonders bei einer Reihe isogamer Formen beobachtet, die auf einer relativ niedrigen Stufe stehen (*Spirogyra*, *Chlamydomonas*, *Ulothrix*, *Chaetophoraceae*, *Trentepohliaceae*, *Protosiphon* u. a.), während Parthenogenese bei höheren heterogamen Formen nur sehr selten nachgewiesen ist. Die Sexualität der niederen isogamen Formen scheint noch nicht ganz gefestigt zu sein, und die weitere Entwicklung der Gameten ist von der Umwelt sehr abhängig. Klebs, Pascher, Teodoresco u. a. haben die Bedingungen der Parthenogenese studiert; es zeigt sich, daß z. B. Temperaturerhöhungen im richtigen Moment eine parthenogenetische Entwicklung hervorrufen können; auch spezielle Nährlösungen, Giftwirkungen usw. können die Gameten zu selbständiger Entwicklung veranlassen. Bei gewissen Vaucherien können sowohl die Oogonien wie die Antheridien durch Verletzung, ohne sich zu öffnen, jede für sich direkt zu neuen Fäden heranwachsen. Die entstandenen Parthenosporen zeigen bei gewissen Algen eine äußere Ähnlichkeit mit den Zygoten resp. Oosporen, bei anderen dagegen sind sie verschieden. So bilden die Parthenosporen von *Ulothrix* nur zwei Keimlinge, während die Zygoten deren vier liefern; bei *Protosiphon* sind die Parthenosporen dünnwandig, während die bekannten sternförmigen Zygoten eine derbere Membran besitzen. Dazu kommen auch physiologische Verschiedenheiten, indem die Parthenosporen direkt keimen, während die Zygoten erst eine Ruhezeit durchmachen.

Über die geschlechtliche Vereinigung zweier artverschiedener Chlorophyceen wissen wir zur Zeit nur sehr wenig. Pascher hat bekanntlich die Bastardierung zweier *Chlamydomonas*-Arten beschrieben, und Berichte über Kreuzungen verschiedener *Spirogyren* liegen auch von mehreren Forschern vor. Es ist außerdem Pascher gelungen, Heterozygoten zweier *Ulothrix*-Arten zu erzeugen und angeblich sogar Kopulation von Gameten eines *Stigeoclonium* und einer *Draparnaldia* zustande zu bringen; das weitere Schicksal der gebildeten Zygoten ist aber unbekannt. In dem Pascher'schen Versuch der Kreuzung zweier *Chlamydomonas*-Arten wurden Zygoten gebildet, welche in der Mitte zwischen beiden Arten stehen. Die aus ihnen hervorgehenden vegetativen Zellen stellten in gewissen Fällen genau die beiden Eltern zu gleichen Teilen dar, in anderen aber ergaben sich Zwischenformen, die teils dem einen, teils dem anderen der Eltern näherstanden. Sehr interessant sind die Bastarde der Charen, weil hier die Kernteilungsvorgänge näher untersucht sind. Es kommen von *Chara crinita* gewöhnliche ♀ und ♂ Pflanzen mit 12 Chromosomen vor; die Oogone entwickeln sich nur nach Befruchtung durch Spermatozoiden, und bei der Keimung tritt in normaler Weise die Reduktion der Chromosomenzahl ein. Außerdem ist aber eine parthenogenetische Form bekannt, welche 24 Chromosomen besitzt, auch in der Eizelle, welche sich also ohne Befruchtung entwickelt. Diese Form ist wohl als ein Bastard anzusehen, der seiner Mutter — *Chara crinita* — ähnlich ist. Die Parthenosporen keimen hier ohne Reduktion und bringen wieder parthenogenetische Pflanzen hervor usw. Wir haben wohl hier eine Parallelfarm zu den zweifellos durch Bastardierung entstandenen apogamen Phanerogamen (*Hieracium* u. v. a.).

Verbreitung. Die Chlorophyceen sind weitverbreitet und kommen fast überall auf der Erde vor; die meisten sind ausgesprochene Hydrophyten, welche untergetaucht sowohl im Süß- wie im Meereswasser vegetieren, und nur verhältnismäßig wenige sind aus ihrem

eigentlichen Element ausgewandert und haben sich dem Landleben angepaßt. Eine natürliche Folge der auf mancherlei Weise ziemlich einheitlichen Natur- und Lebensverhältnisse in den Seen, Tümpeln, Flüssen oder Bächen usw., wo die Süßwasserchlorophyceen leben, ist, daß sie fast alle eine recht große Verbreitung zeigen, um so mehr, als die meisten im Süßwasser lebenden Chlorophyceen in bezug auf Temperatur nur wenig anspruchsvoll zu sein scheinen und innerhalb ziemlich weiter Temperaturgrenzen gedeihen können. Sie treten deshalb auch sehr häufig kosmopolitisch auf; jedenfalls zeigt die größte Masse der gewöhnlicheren Formen, deren Verbreitung jetzt verhältnismäßig gut bekannt ist, keine bestimmte geographische Verbreitung, sondern sie kommen in allen Weltteilen vor, an Lokalitäten, wo ihre Ansprüche an die Umwelt befriedigt werden. Nur ziemlich wenige zeigen die auffallende Erscheinung, nur innerhalb beschränkter geographischer Grenzen, z. B. ausschließlich in den Tropen oder nur unter arktischen Verhältnissen, vorzukommen. Die gewöhnlichen meteorologischen Faktoren, die Temperatur nicht ausgenommen, scheinen für die Mehrzahl der Süßwasserchlorophyceen nur von recht untergeordneter Bedeutung zu sein. Unter den \pm tropischen Süßwasserchlorophyceen können *Pithophora* und *Coelastrum reticulatum* erwähnt werden. Sie sind jedoch beide in der letzten Zeit mit Wasserpflanzen nach Europa eingeschleppt worden. Es ist auch bekanntlich eine verbreitete Annahme, daß die Tropen verhältnismäßig ärmer an Süßwasseralgen sind, als die gemäßigten Zonen. Für das Vorkommen und die Verbreitung der Hauptmasse der Süßwasserchlorophyceen spielen dagegen die physikalischen und chemischen Verhältnisse im umgebenden Wasser eine überwiegende Rolle; in erster Reihe scheinen die Wasserstoffionenkonzentration und der Gehalt von im Wasser gelöstem Kalk maßgebende Faktoren zu sein, welche wieder von den geologischen Bodenverhältnissen bedingt sind. Es ist deshalb ein ausgesprochener Unterschied in der Algenvegetation kalkreicher und kalkarmer, humussäurereicher Gegenden, selbst wenn sie direkt aneinanderstoßen. Wohl die Mehrzahl der Süßwasserchlorophyceen gedeiht am besten in schwach alkalischem Wasser, und recht viele sind mixotroph und verschmähen nicht ein wenig organisch verunreinigtes Wasser, wo sie oft massenhaft, als Wasserblüte auftreten können (*Volvocaceen*, *Scenedesmus*, *Chlorella* usw.). Einige sind auch in der Lage, sich rein heterotroph ernähren zu können, und es gibt deren auch viele, die sich diesem Leben angepaßt und ihre grüne Farbe \pm eingebüßt haben (*Prototheca*). Für die Hauptmasse der Desmidiaceen ist dagegen verunreinigtes und basisch reagierendes Wasser direkt feindlich (PH deutlich > 7); die Desmidiaceen sind deshalb für kalkarme, humussäurereiche Gewässer besonders charakteristisch. Es gibt aber auch Ausnahmen; *Cosmarium dovrense* und *Oedocladium stratum* kommen häufig an kalkreichen Lokalitäten vor, während eine größere Zahl der bekanntesten und verbreitetsten Desmidiaceen, besonders aus den Gattungen *Pleurotaenium*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Staurastrum* usw., sehr empfindlich gegen Kalk sind. Es würde aber hier allzu weit führen, näher auf die verschiedenen Algenassoziationen einzugehen. Nur muß noch angegeben werden, daß die meisten Chlorophyceen ruhiges Wasser bevorzugen; in kleinen Seen und Tümpeln, besonders zwischen Makrophyten und an den Stengeln und Blättern untergetauchter Wasserpflanzen entfalten sie ihre größte Üppigkeit, und solche Lokalitäten bieten dem Algologen die reichsten Fundstellen, wo sie sowohl quantitativ wie qualitativ reichlich vertreten sind.

Während nun die Süßwasserchlorophyceen, den gewöhnlichen Annahmen nach, in den Tropen spärlicher vorkommen als in den temperierten Zonen, treten die Meereschlorophyceen gerade in den wärmeren Meeren in ihrer vollen Üppigkeit auf, und im schroffen Gegensatz zu der kosmopolitischen Verbreitung der Süßwasserchlorophyceen zeigen die Meeresbewohner der Tropen nur wenige Ähnlichkeiten mit denen der nördlicheren Gegenden. Die Chlorophyceen treten in den nördlicheren Meeren mehr in den Hintergrund, sie kommen spärlicher vor und sind in der Physiognomie des Ufers meist nur wenig dominierend; hauptsächlich sind sie nur durch die in den Ebberegionen verbreiteten Ulotrichaceen, Cladophoraceen und Ulvaceen vertreten. Die tropischen Meere dagegen sind durch einen Reichtum von großen und prachtvollen Chlorophyceen charakterisiert; außer Ulvaceen und Cladophoraceen begegnen wir hier zahlreichen Repräsentanten der großen und reichhaltigen Familien *Codiaceae*, *Valoniaceae* und *Caulerpaceae*, welche in den nördlicheren Meeren fast gänzlich fehlen. Nur ein einziger Vertreter dieser drei Familien kommt an den Küsten Nordeuropas vor, nämlich *Halicystis ovalis*, bis 63° n. Br. In den Tropen vegetieren diese Algen oft massenhaft, unterseeische Wiesen

bildend, und gehen bis zu 40—50 m Tiefe hinab. Die Dasycladaceen kommen auch nur in wärmeren Meeren vor.

Conjugaten sind nur ausnahmsweise im Meere zu finden, und nachdem es sich herausgestellt hat, daß die bekannten grünen marinen Planktonalgen — *Halosphaera*, *Meringosphaera* und höchstwahrscheinlich auch die nur unvollständig untersuchte *Pelagocystis* — Heteroconten sind, scheinen also im Meereswasser echte zelluläre Euchlorophyceen als Planktonten fast gänzlich zu fehlen. Die systematische Stellung von *Aurosphaera* aus der Adria ist sehr zweifelhaft; sie gehört auch höchst wahrscheinlich zu den Heteroconten.

Wirkliche Brackwasserchlorophyceen sind nur wenige bekannt, ich erwähne *Oocystis submarina* und *Brachiomonas*, außerdem kommen auch Ulvaceen, Ulotrichaceen und Cladophoraceen gelegentlich im Brackwasser vor.

Aus Salinen und Salzseen sind auf der anderen Seite auch einige Chlorophyceen bekannt. *Asteromonas* leben in Salzlösungen mit 100—200‰ Salz, *Chlamydomonas Dunali* in 200—250‰, *Dunaliella* und einige andere niedere Volvocineen leben auch in recht konzentriertem Salzwasser und sind an die hohen Konzentrationen so angepaßt, daß sie bei Überführung in reines Wasser oder verdünnte Lösungen platzen.

Im Gegensatz zu der Hauptmasse der Süßwasserchlorophyceen, welche in ihrer Verbreitung mehr von physikalischen und chemischen Faktoren des umgebenden Wassers als von Temperatur und geographischer Breite abhängig sind, zeigen die terrestrischen Algen eine innigere direkte Beziehung zu den meteorologischen Verhältnissen, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Amplituden usw. Luftalgen treten besonders in den immerfeuchten Tropengebieten reichlich auf und assoziieren sich hier in ganz charakteristischen floristischen Gesellschaften, die von meteorologischen und edaphischen Faktoren bedingt sind, doch kommen sie auch ziemlich reichlich in den gemäßigten Zonen vor, fehlen aber auch nicht in den arktischen Gegenden. Wenn wir z. B. die Luftalgenvegetation von Südafrika mit der von Europa vergleichen, finden wir nur wenige gemeinsame Arten. Zwar sind die Organisationstypen — der epharmonischen Konvergenz zufolge — die gleichen, die floristische Zusammensetzung ist aber verschieden; die Süßwasseralgen der genannten Gegenden sind dagegen in der Hauptsache einander ziemlich ähnlich. Es besteht, kurz gesagt, der grundsätzliche Unterschied zwischen Luft- und Süßwasseralgen, daß für die ersten die klimatischen Verhältnisse, speziell Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die maßgebenden Faktoren für ihre Verbreitung sind, während die Süßwasseralgen mehr von dem geologischen Untergrund und den damit verknüpften physikalischen und chemischen Zuständen des umgebenden Mediums abhängig sind; das Klima ist an und für sich für die letzteren meist von untergeordneter Bedeutung. Hiermit ist aber keineswegs gesagt, daß die terrestrischen Algen wahllos auf jeder Unterlage gedeihen; einige wachsen besonders auf trocknen Standorten, Baumstämmen usw., wie *Trentepohlia*, *Physolinum*, *Pleurococcus*, glatte kieselreiche Stämme beherbergen andere Arten als die raue und rissige Borke, trockne Steine sind häufig von der roten *Trentepohlia iolithus* besiedelt, an etwas feuchteren Felsen, Mauern, Baumstümpfen treffen wir *Coccomyxa*, *Cystococcus*, *Hormidium* u. v. a.; *Zygnema ericetorum* bevorzugt sauren Boden, *Prasiola* ist besonders nitrophil, an epiphyllen Lebensweise angepaßt sind die tropischen Gattungen *Phycopeltis* und *Cephaleuros*, von der erstgenannten kommt auch eine Art in Süd- und Mitteleuropa vor, auf feuchtem Boden wachsen *Botrydium*, *Geosiphon*, *Protosiphon*, *Urnerella*, *Oedocladium*, *Vaucheria* u. a., und durch ähnliche, mehr amphibische Typen gehen die terrestrischen Algen allmählich in die submersen über. Die wahren Luftalgen sind in der Lage, erhebliche Mengen von Wasserdampf aus der Atmosphäre aufnehmen zu können und besitzen einen hochkonzentrierten Zellsaft, welcher dem Wasserverlust entgegenarbeitet; sie sind außerdem durch ihren Gehalt an Öl und Reservestoffen charakteristisch.

In den Firnfeldern sowohl in polaren Regionen als auch in den Hochgebirgen aller Kontinente kommt bisweilen eine sehr eigentümliche Flora von sog. Schneeralgen oder Kryptophyten vor, welche — wenn sie massenhaft auftreten — den Schnee über größere oder kleinere Strecken rot, grün, gelb, braun oder fast schwarz färben können. Es handelt sich um eine kleine Gruppe von Algen (mit gewissen Pilzen, Moosvorkeimen und einigen niederen Tierarten zusammen), die sich an die Eigenarten des Lebens auf den schnee- und eisbedeckten Gefilden derart angepaßt haben, daß sie nur in diesem Milieu angetroffen

werden. Das Vorkommen farbigen Schnees ist ein ziemlich sporadisches und ist an die Stufe des ewigen Schnees gebunden. In den Polargebieten ist er bisweilen auf weite Strecken hin anzutreffen, während er in den Gebirgen oft nur Flecken von recht geringer Ausdehnung bildet. Altbekannt ist die rote Schneecalge *Chlamydomonas nivalis* (Sommerf.) Wille (= *Sphaerella nivalis* Sommerf.), deren kugelige, von Hämatochrom gefärbte Ruhestadien eine der am häufigsten vorkommenden Algen des Firngebietes darstellen; zu dieser gesellen sich bisweilen verschiedene andere Algen wie *Ancylonema Nordenskiöldii*, *Scotiella nivalis*, *Sc. cryophila*, *Cryodactylon glaciale*, *Trochisia cryophila*, *Stichococcus nivalis*, *Lagerheimia brevispina*, *Chionaster nivalis*, *Rhaphidonema nivale*, *R. brevirostre* u. a., Es handelt sich bei der Erscheinung des roten Schnees nie um speziesreine Ansammlungen einer bestimmten Alge; häufig herrscht eine Art vor, aber stets kommen in wechselnder Menge andere der oben erwähnten vor. Der bleichgelbe Schnee wird von Algen wie *Prototherma Brownii*, *Chlorosphaera antarctica*, *Scotiella antarctica*, *S. polyptera*, *S. nivalis*, *Rhaphidonema nivale*, *Ulothrix*-Arten, *Lagerheimia brevispina* u. a. verursacht. Ziemlich ähnlich ist auch der grüne Schnee zusammengesetzt; hierzu gesellen sich Schwärmstadien von *Chlamydomonas nivalis*, *Ankistrodesmus nivalis*, *A. Vireti*, Arten von *Mesotaenium*. Aus braunem Schnee ist *Ancylonema Nordenskiöldii* bekannt; mit ihrem rotblauen Farbstoff, dem Anthozyan, der den grünen Chromatophor verdeckt, färbt sie den Schnee oft auf große Strecken hin braun. Im schwarzen Schnee ist *Scotiella nivalis* und *Rhaphidonema brevirostre* gefunden; die schwarze Farbe wird aber meist durch Gesteinstrümmer verursacht. Aus den Firnfeldern sind alles in allem etwa 50 verschiedene Algen bekannt (inkl. *Myxophyceae* und *Bacillariaceae*).

Die Ernährung dieser Kryophyten findet auf Kosten der im Schneewasser gelösten Kohlensäure und der organischen und anorganischen Bestandteile des auf den Schnee gewehten Staubes statt. Sie finden sich an der Oberfläche des schmelzenden Schnees und Eises und dringen meist nur wenige Milli- oder Zentimeter in die Tiefe. Die Schmelzwassertemperatur von 0° oder sehr wenig darüber scheint für die meisten dieser Algen eine optimale zu sein, und bei wenigen Wärmegraden gehen sie zugrunde. Andererseits vermögen sie fast alle niedrigere Temperaturen ohne Schaden auszuhalten. Die enorme geographische Verbreitung der Kryophyten über die ganze Erde, von Pol zu Pol, erklärt sich dadurch, daß die mit dicker Zellhaut versehenen Ruhestadien austrocknungsfähig sind und durch die Stürme verweht werden können.

In geeigneten Stadien können viele Algen eine recht niedrige Temperatur ertragen, und was die oberen Temperaturgrenzen betrifft, so gedeihen noch viele Chlorophyceen in Thermalquellen von 28—35° (Nitellen, Spirogyren, Cladophoraceen, Oedogonien, Desmidiaceen u. a.). Grüne Fadenalgen sind sogar in warmen Quellen von 59° bekannt. Terrestrische Algen müssen natürlich gelegentlich noch höhere Temperaturen aushalten können. — Viele Chlorophyceen leben auch parasitisch oder halparasitisch, endophytisch oder epiphytisch und endozootisch, und nicht wenige sind als Flechtengonidien bekannt. Über alle Einzelheiten wird bei den verschiedenen Gattungen und Familien Näheres berichtet.

Verwandtschaftsverhältnisse und systematische Einteilung. Die Chlorophyceen schließen sich durch ihre niedrigsten Glieder den Flagellaten an, und es sind alle Übergänge zwischen Flagellaten und niederen Chlorophyceen vorhanden. Man nimmt gewöhnlich an, daß die Algen als höher differenzierte Typen auf die primitiveren Flagellaten zurückzuführen sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach leiten von den Flagellaten mehrere, jedenfalls zwei verschiedene Entwicklungsreihen zu den Chlorophyceen über; die eine scheint über die Volvocineen zu den übrigen Euklorophyceen zu führen, eine andere über *Chloramoeba* zu den Heteroconten. Die niedersten Volvocineen sind die Polyblepharideen, die noch in vieler Hinsicht typische Flagellaten darstellen und vielfach auch zu den Flagellaten gerechnet werden. Auch zwischen Flagellaten und Heteroconten läßt sich keine scharfe Grenze ziehen.

Die holophytische Weiterentwicklung der Flagellaten zu Algen ist, wie von Pascher und vielen anderen Forschern hervorgehoben, charakterisiert durch die Ausbildung der unbeweglichen, vegetativen, völlig von einer Membran umschlossenen, assimilationsfähigen Zelle, die dieselben Organe hat wie der frei bewegliche Flagellat mit Ausnahme der Lokomotionsorgane, des Stigma und der kontraktiven Vakuolen. Es ist das vegetative Leben vom beweglichen Stadium des Flagellaten auf das unbewegliche der ruhenden Zelle ver-

schoben, während das bewegliche, meist nur kurz dauernde Stadium mehr gelegentlich als Vermehrungsschwärmer ausgebildet wird. Deshalb werden die Volvocineen, bei denen noch der Schwerpunkt des Lebens in den beweglichen Zustand verlegt ist, als die ursprünglichsten Chlorophyceen angesehen.

Eine ganz entgegengesetzte Auffassung wird von Me z und einigen anderen Forschern verfochten, indem sie die Flagellaten als von Zoosporen der Algen abzuleitende Formen ansehen; die Urformen der Flagellaten stellen demnach konstant gewordene »Larvenstadien« von Algen dar. Insbesondere für die Chlorophyceen nehmen sie die primärsten, an die Cyanophyceales anknüpfenden Formen in den »Palmellaceen« an. Dieser Standpunkt stellt so die unbeweglichen und nicht die beweglichen Stadien der Algen als die Primärformen dar, und die Flagellaten werden als pleiophyletischer Annex der Algenreihe angesehen.

Nach einer etwas phantastischen Theorie von Brunnthaler sollen die Chlorophyceen ihren Ursprung im Meere gehabt haben, und die Süßwasserformen sollen spätere Anpassungen darstellen; er behauptet außerdem, daß die Chlorophyceen der jüngste Sproß der ganzen Algengruppe seien, die teilweise von den Rhodophyten, teilweise von Flagellatenvorfahren abstammen, und daß ihre grüne Farbe eine Anpassung an das Himmelslicht der Jetztzeit sein soll.

Hinsichtlich der phylogenetischen Entwicklung und der Prinzipien der systematischen Einteilung der Chlorophyceen ist im einzelnen noch vieles unklar, und es würde hier allzu weit führen, auf diese Diskussion näher einzugehen. Ich verweise diesbezüglich auf die größeren Handbücher, speziell von G. S. West, 1916.

In betreff der systematischen Gruppierung der höheren Chlorophyceen ist — jedenfalls was die größeren Züge betrifft — Einigkeit erzielt, aber die niederen Formen, die *Protococcales* und verwandte Formen, bilden noch eine recht bunte, unübersichtliche Masse, die einer natürlichen systematischen Einteilung die größten Schwierigkeiten bieten. Es scheint sicher zu sein, daß die meisten Protococcalen als eine direkte Weiterentwicklung chlamydomonadineenartiger Vorfahren aufzufassen sind, und ihre einfachsten Formen erinnern in der Morphologie der Zelle lebhaft an die Chlamydomonaden. Andererseits ist auch die Möglichkeit nicht zu verneinen, daß sich unter den Protococcoideen auch Formen finden, welche aus Fadenalgen durch Reduktion und Aufgabe des fadenförmigen Verbandes wieder einzellig geworden sind. Es ist so nicht unwahrscheinlich, daß wir z. B. unter *Pleurococcus* reduzierte Ulotrichaceen oder Chaetophoraceen vor uns haben.

Die scharfe Scheidung in Zoo- und Autosporeen muß — wie ich auch früher angeführt habe — abgelehnt werden; es können ja dieselben Formen unter verschiedenen Umständen sowohl Zoo- wie Aplanosporen respektive Autosporen bilden, z. B. *Chlorococcum*, und Zoosporen—Aplanosporen und Autosporen gehen allmählich ineinander über. Trotz eifriger Versuche fehlt für die Protococcoideen noch eine befriedigende phylogenetische Einteilung.

Geitler hat neulich (1924) die Anschauung vorgebracht, daß man die Protococcoideen in 2 große Gruppen: mit simultaner Teilung (Typus I) und mit sukzedaner Teilung (Typus II) teilen kann. Im einzelnen läßt sich noch nicht ein System nach diesem Gesichtspunkt aufstellen, da die Entwicklungsgeschichte vieler Formen noch ungenügend bekannt ist, und aus denselben Ursachen ist es auch noch zu früh, ein Urteil über die Annehmbarkeit dieses Prinzips zu fällen; es ist erst nötig, eine größere Zahl von Vertretern der verschiedensten Gruppen zu untersuchen. Da man jetzt sozusagen stockt, mag es allerdings sein, daß dies der Weg ist, auf dem man hier weiterkommen kann. Ein System der Protococcoideen kann sich nur auf der genauen Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und Zytologie der einzelnen Formen gründen. Auch sollte man in viel höherem Grade als bisher die Zellteilungsvorgänge für die phylogenetische Gruppierung der Chlorophyceen berücksichtigen; besonders scheint mir von grundlegender Bedeutung zu sein, inwiefern eine primäre Wandteilung oder eine sog. wandfreie Zellteilung — nach der Brand'schen Nomenklatur — vorliegen.

Überhaupt hat man häufig, sowohl bei der Untersuchung wie bei der systematischen Einteilung der Chlorophyceen, das Schwergewicht auf die Morphologie gelegt, welche aber den Einflüssen der Umwelt ausgesetzt und abhängig ist. Für die systematische Beurteilung

sind in erster Linie solche ancestralen Merkmale wie die Erscheinungen der Fortpflanzung und die zytologischen Verhältnisse — die mit ihren ganz bestimmten Funktionen von den Einwirkungen der Außenwelt mehr unabhängig sind und daher auch davon weit weniger beeinflusst werden — in Betracht zu ziehen, um einen tieferen Einblick in die phylogenetische Vergangenheit zu erlangen.

Seit einigen Jahren hat man versucht, durch Serodiagnostik die gegenseitigen Beziehungen im Chemismus der Eiweißkörper der Organismen zu erforschen. Diese Methode gibt zwar nicht die natürliche Verwandtschaft, sondern nur die chemische Verwandtschaft der Eiweißstoffe, die wohl aber mit der phylogenetischen Geschlechtsreihe eng verknüpft sein muß. Fr. Steinecke hat neulich eine größere Arbeit über seine Befunde publiziert und einen sero-diagnostischen Stammbaum der Algen konstruiert (Der Stammbaum der Algen nach sero-diagnostischen Untersuchungen dargestellt, Botanisches Archiv, Bd. X, 1925, S. 82—159). Es würde hier zu weit führen, näher darauf einzugehen. Ich erwähne diese Arbeit der Vollständigkeit halber und muß für alle Einzelheiten auf das Originalwerk verweisen.

In dieser Arbeit habe ich die Chlorophyceen, sensu latiore, in folgende 4 Abteilungen eingeteilt:

I. Euchlorophyceae. Chlorophyllgrüne Zellen mit einem oder mehreren, wahrscheinlich immer haploiden Zellkernen, einzeln oder in sehr vielgestalteten Kolonien oder zu mehrzelligen Individuen — Fäden, Flächen oder Körpern — vereinigt. Ungeschlechtliche Vermehrung durch multiradiale Zoosporen mit meist 2 oder 4 oder auch mehreren, immer gleichlangen Geißeln, außerdem durch Aplanosporen und Autosporen resp. Autokolonien, oder auch vegetative Vermehrung durch Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation schwärmender Iso- oder Heterogameten oder auch von in Antheridiengebildeten Spermatozoiden mit in Oogonien erzeugten Eiern. Die geschlechtlich gebildeten Zygoten entweder zu einer neuen Pflanze auswachsend oder meistens erst Schwärmer bildend, wobei wahrscheinlich Reduktion der Chromosomen erfolgt.

II. Conjugatae. Chlorophyllgrüne einzellige oder zu einreihigen Fäden verbundene Algen mit Teilung senkrecht zur Längsachse. Zellen mit einem Zellkern und einem oder mehreren bandförmigen, sternförmigen oder lang plattenförmigen axilen oder parietalen Chromatophoren. Zellsaft bisweilen gefärbt. Schwärmzellen fehlen. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Aplanogameten zu ruhenden Zygosporien oder Zygoten, bei deren Keimung 4 haploide Kerne entstehen, von denen keine oder 3 oder 2 zugrunde gehen, während die zurückgebliebenen 1, 2 oder 4 neue Keimlinge bilden.

III. Heterocontae. Ein- bis vielzellige Algen von sehr verschiedener Gestalt. Chromatophoren plattenförmig, gelbgrün, außer Chlorophyll reichlich Karotin und Xanthophyll enthaltend. Pyrenoid wohl immer fehlend. Als sekundäres Assimilationsprodukt tritt niemals Stärke, sondern ein fettes Öl auf. Zellwand niemals aus reiner Zellulose, sondern ganz vorzugsweise aus Pektin-substanzen bestehend. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen mit zwei ungleichlangen Geißeln (selten mit 1 Geißel?), von welchen die längere nach vorwärts, die kürzere meist schräg nach rückwärts zeigt; die Zoosporen zeigen eine sehr ausgiebige amöboide Bewegung. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Isogameten.

IV. Charophyta. Hoch differenzierte, in Wurzel, Stamm und Blätter gegliederte chlorophyllgrüne Algen. Sproßachse in längere

berindete oder unberindete Internodialzellen und kürzere Knotenzellen gegliedert; an letzteren entstehen Quirle von einfachen oder ebenfalls quirlig verzweigten Strahlen (Blätter). Internodialzellen mit zahlreichen Zellkernen und zahlreichen wandständigen, in regelmäßigen Längsreihen liegenden ovalen Chromatophoren. Die schraubenförmigen Spermatozoiden entstehen in kugeligen, aus 8 »Schildern« bestehenden Antheridien, die Oogonien sind von 5 spiralig gewundenen Strahlen berindet, welche oberhalb der Eizelle das sogenannte Krönchen bilden. Vegetative Vermehrung durch Wurzelknöllchen, Stengelknöllchen, isolierte Knoten und Vorkeime.

Der Übersicht halber teile ich hier einen Gesamtschlüssel sämtlicher Familien der Chlorophyceen mit:

A. Vegetationskörper thallophytisch, nicht in mehrzelligen Wurzeln, Stamm und Blätter differenziert.

a. Die Chromatophoren rein grün, mit HCl nicht blau werdend, Schwärmstadien, wenn vorhanden, immer mit gleichlangen Geißeln.

α. Befruchtung durch Kopulation von beweglichen Iso- oder Heterogameten oder Eibefruchtung Abteilung I. **Euchlorophyceae.**

I. Zellen mit einem (selten mehreren) Zellkerne, einzeln lebend oder zu Zellkörpern, Flächen oder selten Fäden durch Gallerte vereinigt, nicht aber dicht unter sich verbunden Klasse I. **Protococcales.**

1. Vegetative Zustände (einzelne Zellen, Flächen oder Körper) aktiv beweglich 1. **Volvocaceae.**

2. Vegetative Zustände ohne Eigenbewegung.

* Freilebende Zoosporen kommen vor.

† Die Individuen werden durch Zellteilungen mehrzellig.

○ Die Tochterzellen entstehen innerhalb der Mutterzellmembran und werden durch Verschleimung oder Bersten derselben freigemacht 2. **Tetrasporaceae.**

○○ Die Tochterzellen entstehen durch vegetative Zweiteilung, und die alte Membran wird erhalten und wächst weiter

4. **Chlorosphaeraceae.**

†† Die Individuen einzellig oder mehrzellig, durch Zusammenlagerung von ursprünglich freien Zoosporen.

○ Zellen einzeln lebend oder zu Kolonien von unbestimmter Form vereinigt.

× Zellen einkernig 3. **Chlorococcaceae.**

×× Zellen mehrkernig 9. **Protosiphonaceae.**

○○ Zellen zu bestimmt geformten Kolonien (Coenobien) vereinigt

6. **Hydrodictyceae.**

** Zoosporen fehlen oder kommen nur ausnahmsweise vor und sind kurzlebend, meist nicht freilebend, sondern schon innerhalb der Muttermembran zur Ruhe kommend.

† Vermehrung durch vegetative Zweiteilung unter Verschleimung oder Beibehaltung der Außenwände 5. **Pleurococcaceae.**

†† Vegetative Teilungen fehlen, Vermehrung meist durch Autosporen oder ausnahmsweise durch kurzlebende, oft nicht frei gemachte Zoosporen.

○ Die Zellen einzeln oder von Gallerte vereinigt, bilden nicht bestimmte Kolonien 7. **Oocystaceae.**

○○ Die Zellen bilden ursprünglich bestimmt geformte Kolonien

8. **Coelastraceae.**

- II. Zellen mit einem (selten mehreren) Zellkerne, zu einfachen oder verzweigten Fäden oder Flächen dicht verbunden (selten zur Einzelligkeit reduziert).
 Klasse II. Chaetophorales.
 (Confervales).

1. Zoosporen kommen vor.

- * Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von beweglichen Geschlechtszellen.

† Befruchtung durch Kopulation von Isogameten.

○ Zellen rein grün gefärbt.

× Thallus besteht aus einer einfachen oder verzweigten, ausnahmsweise auch der Länge nach geteilten Zellreihe.

△ Zellreihen unverzweigt . . . 10. Ulotrichaceae.

△△ Zellreihen verzweigt.

§ Thallus ohne Haare oder mit zelligen Haaren
 13. Chaetophoraceae.

§§ Thallus scheibenförmig mit verzweigten oder unverzweigten Membranborsten
 16. Chaetopeltidaceae.

×× Thallus besteht aus einer freien 1—2schichtigen Fläche
 11. Ulvaceae.

○○ Zellen von Hämatochrom rötlich gefärbt 14. Trentepohliaceae.

†† Befruchtung einer beweglichen Oosphäre durch Spermatozoid
 17. Aphanochaetaceae.

- ** Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung.

† Zygote unberindet.

○ Zoosporen mit zwei Geißeln . . . 19. Cyliandrocapsaceae.

○○ Zoosporen mit einem Geißelkranz . . . 20. Oedogoniaceae.

†† Zygote von einem besonderen Gewebe berindet
 18. Coleochaetaceae.

2. Zoosporen fehlen.

* Die Zellen sind grün gefärbt . . . 12. Blastosporaceae.

** Die Zellen von Hämatochrom orange gefärbt . 15. Wittrockiellaceae.

- III. Zellen mit vielen (selten 1—wenige) Zellkernen, einfach oder verzweigt, mit oder ohne Querwände, meistens mit Spitzenwachstum.

1. Thallus einzellig oder mehrzellig, meistens reich verzweigt, oft mit Querwänden, Chromatophor netzig, selten in zahlreichen Plättchen geteilt

Klasse III. Siphonocladales.

- * Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten.

† Thallus ohne quirliggestellte Blätter.

○ Thallus aus einer einfachen, unverzweigten oder verzweigten Zellreihe bestehend; ein Hauptstamm ausgebildet; die Verzweigungen können netz- oder blattartig zusammenwachsen

21. Valoniaceae.

○○ Thallus aus einer einfachen, unverzweigten oder verzweigten Zellenreihe bestehend, ohne Hauptstamm; die Verzweigungen nicht zusammengewachsen . . . 22. Cladophoraceae.

†† Thallus mit quirliggestellten Blättern . . . 23. Dasycladaceae.

- ** Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung

24. Sphaeropleaceae.

2. Thallus fädig, reich verzweigt, meistens ohne Querwände; Chromatophore platten- oder linsenförmig . . . Klasse IV. Siphonales.

- * Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt oder Gametenkopulation.

† Schwärmstadien vorhanden.

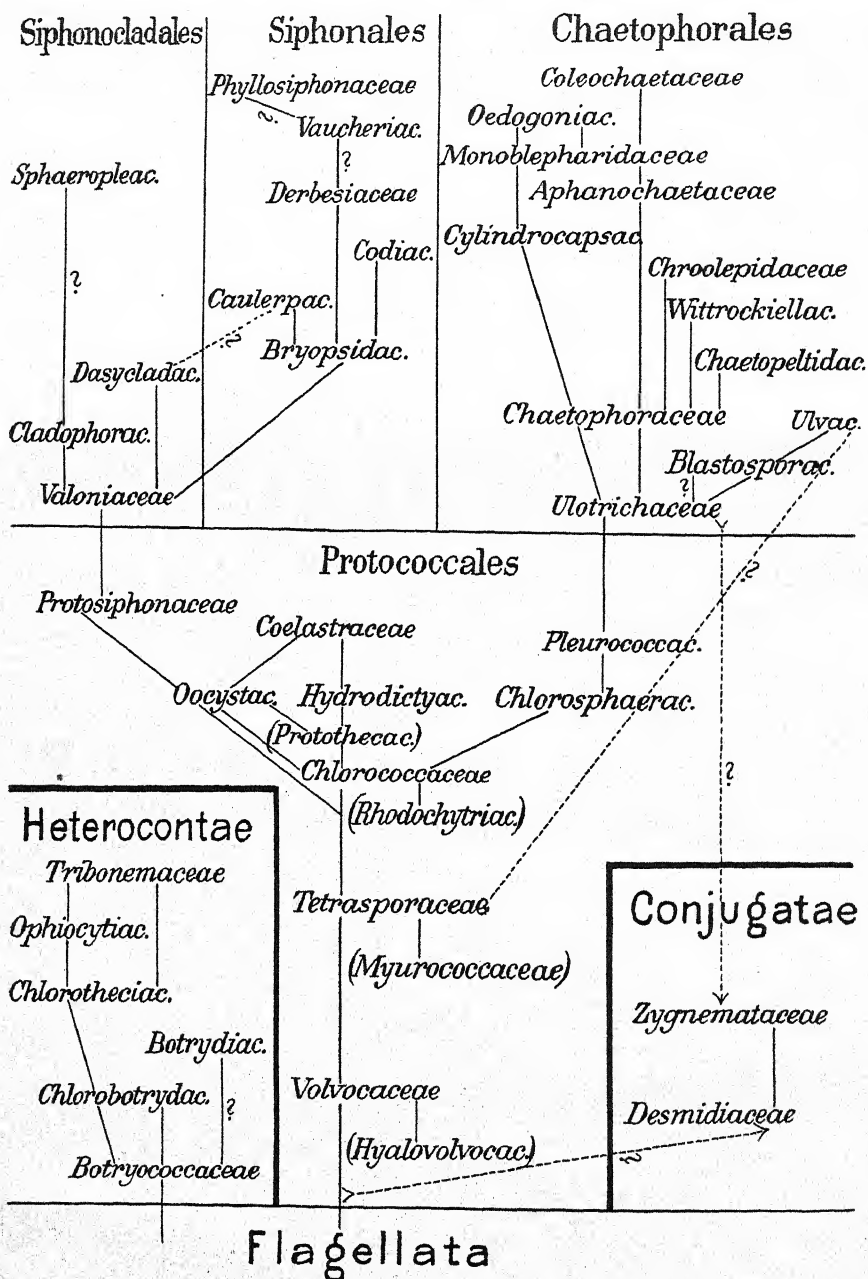
- Vegetationskörper aus einer ungeteilten, einfachen oder verzweigten Zelle bestehend, deren Zweige als Blätter ausgebildet werden können, aber sich nicht verflechten.
 - △ Thallus schlauchförmig ohne Blätter 28. *Derbesiaceae*.
 - △△ Thallus bildet einen Hauptstamm mit akropetalen Blättern 25. *Bryopsidaceae*.
- Vegetationskörper aus einer ungeteilten oder geteilten Zelle bestehend, deren Zweige sich dicht verflechten und Vegetationskörper von bestimmter Form bilden 27. *Codiaceae*.
- †† Schwärmstadien fehlen.
 - Parasitisch in höheren Pflanzen, Vermehrung durch Aplanosporen 30. *Phyllosiphonaceae*.
 - Im Meere holophytisch lebend, Vermehrung durch Sprosse 26. *Caulerpaceae*.
- ** Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung 29. *Vaucheriaceae*.
- β. Befruchtung durch Kopulation von Aplanogameten Abteilung II. *Conjugatae*.
 - I. Einzeln lebend oder als unverzweigte Fäden, deren Membran in zwei symmetrische Hälften geteilt sind 31. *Desmidiaceae*.
 - II. Meistens unverzweigte Fäden, deren Membran nicht symmetrisch geteilt ist 32. *Zygnemataceae*.
- b. Die Chromatophoren gelbgrün, mit starker HCl bläulich werdend, Schwärmstadien, wenn vorhanden, mit 2 ungleich langen (selten mit 1) Geißeln

Abteilung III. *Heterocontae*.

 - α. Zellen einkernig, jedenfalls in jungen Stadien.
 - I. Zellen einzeln oder in Gallertmassen oder durch Gallertstiele vereinigt, nie zu Fäden verwachsen.
 - 1. Zellen mit unverkieselter einfacher Membran.
 - × Zellen einzeln, den längsten Teil ihres Lebens im beweglichen Flagellatenstadium verbringend 33. *Heterochloridaceae*.
 - ×× Die dominierende Phase des Lebens unbeweglich, Zellen einzeln oder in Kolonien.
 - † Zellen einzeln oder durch Gallertstiele zu Büschelchen vereinigt.
 - △ Zellen mit einem dickeren oder dünneren, einfachen oder verzweigten Stiel an untergetauchten Gegenständen befestigt, ältere Zellen oft losgerissen 36. *Chlorotheciaceae*.
 - △△ Zellen zylindrisch-walzenförmig mit oder ohne apikale Stacheln, ohne Stiel oder bisweilen mittels eines feinen Stiels immer an der Öffnung der Muttermembran befestigt 37. *Ophiocytaceae* pp.
 - †† Zellen in bestimmt geformten oder formlosen Kolonien vereinigt, bisweilen recht lange in Schwärmstadien verweilend 34. *Botryococcaceae*.
 - 2. Zellen mit ± verkieselter Membran, welche aus 2 schalenförmigen Stücken zusammengesetzt ist 35. *Chlorobotrydaceae*.
 - II. Zellen zu einreihigen Fäden verbunden, bisweilen verzweigt oder zu parenchymatischem Lager verwachsen 38. *Tribonemaceae*.
 - β. Zellen mehrkernig, jedenfalls in älteren Stadien.
 - I. Zellen zylindrisch, mit oder ohne apikale Stacheln 37. *Ophiocytaceae* pp.
 - II. Zellen blasenförmig, groß, mit farblosen Rhizoiden 39. *Botrydiaceae*.
 - B. Vegetationskörper in regelmäßig aufgebauten mehrzelligen Wurzeln, Stamm und quirlig stehende Blätter differenziert, Eibefruchtung, Oogonien mit 5 spiralig gewundenen Hüllzweigen Abteilung IV. *Charophyta*.
(enthält nur eine Familie: 40. *Characeae*.)

Meine Auffassung der phylogenetischen Entwicklung obiger Familien habe ich unten schematisch dargestellt; die nähere Begründung der Verwandtschaftsverhältnisse folgt unter den einzelnen Familien.

Euchlorophyceae



Euchlorophyceae

von

Henrik Printz.

Im vegetativen Aufbau sehr verschieden entwickelte, einzellige oder mehrzellige Algen, mit rein grün gefärbten, in verschiedenen Formen ausgebildeten Chromatophoren. Die Zellen enthalten 1 oder mehrere bis zahlreiche, wahrscheinlich immer haploide Zellkerne. Vegetative Vermehrung durch Teilung der Zellen vielfach vorhanden. Ungeschlechtliche Vermehrung durch eiförmig-kugelige, multiradiale, meist mit 2 kontraktile Vakuolen und einem Augenfleck versehenen Zoosporen, die in der Größe, Gestalt, Zahl und Insertion der Geißeln sehr mannigfaltig erscheinen, doch sind die Geißeln immer gleich lang. Wenn bloß 2 oder 4 Geißeln vorhanden sind, so stehen sie stets auf der meist etwas vorgezogenen Spitze der Zelle; die Geißeln können auch in einem Kranz sitzen oder auch paarweise die ganze Oberfläche der Zoosporen bedecken. Die Zoosporen keimen direkt zu neuen Pflanzen aus. Außerdem kommen unbewegliche, kugelige, mit Membran bekleidete Aplanosporen vor, die als reduzierte, bewegungslose Zoosporen zu betrachten sind, und vielfach kommen auch Autosporen- und Autokolonienbildungen zustande. An ganz verschiedenen Stellen des Systems tauchen vegetative Zustände auf, die aus kugeligen oder länglichen, sich nach zwei oder drei Richtungen des Raumes teilenden Zellen bestehen und als *Palmella*-Zustände bezeichnet werden. Sie können nach einiger Zeit wieder zu normalen vegetativen Zellen heranwachsen. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei vielen Gattungen bekannt. Bei der untersten Stufe sind die beiden verschmelzenden Gameten gleichartig und beweglich (Isogamie), dann werden bei den höheren Stadien die ♀ Zellen größer (Heterogamie), und endlich werden die ♀, im ruhenden Zustand bleibenden Zellen von den beweglichen Spermatozoiden befruchtet (Oogamie). Diese drei verschiedenen Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung bilden zugleich eine Steigerung zur höheren Differenzierung; der oogame Typus findet sich bei den höchststehenden Formen ausgebildet. Die bei der Verschmelzung der beiden Gameten gebildete Zygote ist diploid, und die Reduktion der Chromosomen erfolgt bei der Keimung in den ersten Teilungsvorgängen.

Die Euchlorophyceen können folgendermaßen in 4 Klassen eingeteilt werden:

A. Zellen mit einem, selten mehreren Zellkernen, meist ohne Spitzenwachstum bei den fädigen Formen.

a. Zellen einzeln oder zu sehr verschieden gestalteten, flachen, fädigen oder körperhaften, bisweilen hohlen Kolonien evtl. Coenobien vereinigt, aber die einzelnen Zellen meist nicht fest verbunden, häufig nur durch Gallerte zusammengehalten

Klasse I. *Protococcales*.

b. Zellen zu einfachen oder verzweigten Fäden oder zu flächenförmigen, bisweilen mehrschichtigen Körpern fest miteinander verbunden; selten Zellen einzeln

Klasse II. *Chaetophorales*.

B. Zellen mit vielen, ausnahmsweise nur einem oder wenigen Zellkernen, meistens mit Spitzenwachstum.

a. Thallus ein- oder mehrzellig, meist reich verzweigt und oft mit Querwänden. Chromatophor parietal, gewöhnlich netzförmig, selten in einzelne Platten aufgelöst

Klasse III. *Siphonocladales*.

b. Thallus fädig aus einer reich verzweigten, schlauchförmigen Zelle gebildet, gewöhnlich ohne jede Querwand; Chromatophor platten- oder linsenförmig

Klasse IV. *Siphonales*.

Protococcales.

Zellen einzeln oder zu sehr verschieden gestalteten, doch meist nicht fadenförmigen Kolonien vereinigt, nur lose aneinander verbunden, häufig in Gallerte eingelagert, mit

wenigen Ausnahmen einkernig, mit einem, bisweilen mehreren Chromatophoren mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung teils durch vegetative Zweiteilung oder durch innere Teilung oder auch durch ungeschlechtliche Zoosporen, Aplanosporen, Autosporen oder Autokolonien. Wo geschlechtliche Fortpflanzung vorhanden ist, ist sie meist isogam durch schwärmende Gameten, seltener oogam; jedenfalls sind aber die ♂ Gameten beweglich.

Diese Klasse enthält folgende Familien: *Volvocaceae*, *Tetrasporaceae*, *Chlorococcaceae*, *Chlorosphaeraceae*, *Pleurococcaceae*, *Hydrodictyaceae*, *Oocystaceae*, *Coelastraceae* und *Protosiphonaceae*.

Bestimmungstabelle der Familien S. 23.

Volvocaceae.

Mit 20 Figuren.

Wichtigste Literatur: O. Fr. Müller, Vermium terr. et fluviatil. seu animal. infus. historia. Hauniae et Lipsiae 1773. — Chr. G. Ehrenberg, Die Infusionsthier als vollkommene Organismen. Berlin und Leipzig 1838; Beob. zweier generisch. neuer Formen d. Frühlingsgewässer bei Berlin (Monatsber. d. Berl. Acad. d. Wissensch. 1848). — F. Cohn, Nachträge zur Naturgeschichte d. *Protococcus pluvialis* etc. (Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Vol. XXII, P. 2 1850); Über eine neue Gattung aus d. Familie d. Volvocineen (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, B. IV, 1853); Unters. üb. d. Entwicklungsgeschichte d. mikroskop. Algen und Pilze (Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Vol. XXIV, 1854); Derselbe u. M. Wichura, Über *Stephanosphaera pluvialis* (Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Vol. XXVI, P. 1, Nachtr. 1857). — H. J. Carter, On Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena* (Ann. a. Magaz. nat. hist. Ser. III, Vol. 3, 1859). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum, III, 1868, S. 92—100. — N. Pringsheim, Über Paarung v. Schwärmosporen (Monatsber. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1869). — L. Cienkowski, Über Palmellaceen und einige Flagellaten (Arch. f. mikrosk. Anat. B. VI, 1870). — P. Otkov, Über das Keimen der Zygoten von *Eudorina elegans* (Nachr. d. Kais. Ges. d. Liebh. d. Naturw. u. Anthropologie, 1875, 16). — F. Cohn, Die Entwicklungsgesch. d. Gatt. *Volvox* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. B. I, 1875). — J. Goroschankin, Genesis im Typus d. palmellenartigen Algen (Mitth. d. kais. Gesellsch. d. Naturfreunde in Moskau. B. XVI, 1875, russisch). — L. Reinhardt, Die Copulation d. Zoosporen b. *Chlamydomonas pulvisculus* Ehrh. u. *Stigeoclonium* sp. (Arbeit d. Naturf. Gesellsch. a. d. Universität z. Charkoff. B. X, 1876, russisch). — F. Cohn, Bemerk. über die Organisation einiger Schwärmzellen (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 1877, 2). — Fr. von Stein, Der Organismus der Infusionsthier. III, Der Organismus der Flagellaten oder Geißelinfusorien. 1 H. Leipzig 1878. — S. Kent, A Manual of Infusoria. Lond. 1880—1882. — O. Bütschli, Protozoa (H. G. Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreiches. B. 1. Leipzig u. Heidelberg 1883). — V. Wittrock, Om snöns och isens flora. (A. E. Nordenskiöld, Studier och Forsknings. Stockholm 1883). — G. Hieronymus, Ueber *Stephanosphaera pluvialis* Cohn (Cohns Beiträge 1884). — F. Blochmann, Über eine neue Haematococcusart, Heidelberg 1886. — Seligo, Untersuchungen über Flagellaten (Cohns Beiträge 1887). — P. A. Dangeard, Recherches sur les algues inférieures (Ann. d. sc. nat. 7. Sér. T. VII. 1888. S. 105—171). — L. Klein, Morph. und biol. Studien über die Gattung *Volvox* (Pringsh. Jahrb. XX. 1889. S. 134—210). — E. Overton, Beitr. zur Kenntnis der Gattung *Volvox* (Bot. Centralbl. 39. 1889. S. 65—277). — J. de Toni, Sylloge Algarum. Vol. 1. Patavii 1889. S. 534—559. —

W. Migula, Beitr. z. Kenntnis d. *Gonium pectorale* (Bot. Centralblatt. Bd. 43. Kassel 1890). — J. Goroschankin, Beitr. z. Kennt. d. Morphologie u. Systematik d. Chlamydomonaden, I, II. (Bull. d. I. Soc. Imp. Natural. de Moscou 1890—1891), III, (Flora Bd. 94, 1905). — P. A. Dangeard, Les genres *Chlamydomonas* et *Corbiera* (Le Botaniste. 2 Sér., Fasc. 6. Paris 1891). — M. Golénkin, *Pteromonas alata* Cohn (Bull. d. I. Soc. Imp. Natural. de Moscou 1891). — R. Francé, Zur Syst. einig. Chlamydomonaden (Természeti Füzetek. Vol. XIV. Budapest 1892). — G. Lagerheim, Die Schneeflora d. Pichincha (Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. X. Berlin 1892). — W. Schmidle, Über Bau u. Entwickl. v. *Chlamydomonas Kleimii* (Flora Bd. 77. Marburg 1893). — Wl. Schewiakoff, Über geograph. Verbreit. d. Süßwasser-Protozoen (Mém. l'Acad. imp. sc. de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. 41 No. 8. 1893). — R. Lauterborn, Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene (Biolog. Centralbl. Bd. XIV, 1894). — W. S. Shaw, *Pleodorina*, a new gen. of *Volvocineae* (Botan. Gazette, Vol. 19. Chicago 1894). — R. Francé, Die Polytoemen (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 26. Berlin 1894). — E. O. Dill, Die Gatt. *Chlamydomonas* (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 28. Berlin 1895). — R. Chodat, Sur l. flore des neiges (Bull. l'Herb. Boissier, T. 4. Genève 1896). — F. Blockmann, Über eine neue *Haematococcus*-Art (Heidelberg 1896). — G. Klebs, Die Bedingungen der Fortpfl. bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896. — R. Francé, Beitr. z. Kenntn. d. Algengattung *Carteria* (Termész. Füzetek. Vol. 19. Budapest 1896; *Chlorogonium*-félék szervezete (ebenda, Vol. 20. Budapest 1897); Protozoen (Result. d. wiss

- Erforsch. d. Balatonsees, Bd. II, T. 1. Budapest 1897. — R. Chodat, Étud. biol. lacustre (Bull. l'Herb. Boissier, T. 5. Genève 1897). — K. Bohlin, Z. Morph. u. Biol. einzell. Algen (Öfvers. k. Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1897). — R. Lauterborn, Protozoen-Studien IV. Flagellaten a. d. Gebiete d. Oberrheins. Ludwigshafen 1898. — C. A. Kofoid, Plankton Studies, II, III. (Bull. of Illinois State Laboratory of Nat. Hist. Vol. V. Urbana 1898—1899). — T. E. Hazen, Life Hist. of *Sphaerella lacustris* (Mem. of Torrey Bot. Club. Vol. VI. New York 1899). — P. A. Dangeard, Mém. s. l. Chlamydomonadées (Le Botaniste. 6 Sér. Paris 1899). — Ch. Gobi, Über einen neuen parasit. Pilz, *Rhizidiomyces ichneumon* u. seinen Nährorg. *Chloromonas globulosa* (Perty). (Scripta botanica Hort. Univ. St. Petersburg 1899—1900). — E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen, V, X (Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. 18. Berlin 1900). — F. F. Blackman, The primitive Algae and the Flagellata (Annals of Botany, Vol. XIV. London 1900). — P. A. Dangeard, Les Zoochlorelles du *Paramaecium* (Le Botaniste, 7 Sér. Paris 1900). — G. Lagerheim, Unters. über fossile Algen II, (Geol. fören. Förhandl. Bd. 24. Stockholm 1902). — R. Chodat, Algues vertes d. l. Suisse. (Mater. pour l. Fl. crypt. Suisse. Vol. I. Berne 1902). — E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen, XV (Forschungsber. biol. St. Plön. Bd. X. Stuttgart 1903). — N. Wille, Algologische Notizen IX—XIII (Nyt Mag. f. Naturvid. Bd. 41. Kristiania 1903). — W. Schmidle, Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen 1—5 (Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. 21. Berlin 1903). — Cl. Hamburger, Zur Kenntnis der *Dunaliella salina* und einer Amöbe aus Salinenwasser von Cagliari (Archiv für Protistenkunde. Bd. VI. 1905). — E. G. Teodoresco, Organisation et Développement du *Dunaliella* (Beih. z. Bot. Centralbl. 1905); Observ. morph. et biol. sur le Genre *Dunaliella* (Revue générale de Botanique. T. 18. Paris 1906). — G. S. West, Freshwater Algae of Burma including a few from Bengal and Madras (Ann. of the Royal Bot. Garden, Calcutta 1907). — W. Wollenweber, Untersuchungen über die Algengattung *Haematococcus* (Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. 26. Festschrift. Berlin 1908). — H. Merton, Über Bau u. Fortpflanz. v. *Pleodorina illinoisensis* Kofoid (Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 90. Leipzig 1908). — E. Reichenow, Untersuchungen an *Haematococcus pluviialis* nebst Bemerkungen über andere Flagellaten (Arb. aus d. kaiserl. Gesundheitsamt. 1909). — F. Peebles, The life history of *Sphaerella lacustris* (*Haematococcus pluviialis*) with especial reference to the nature and behaviour of the zoospores (Centralbl. f. Bakteriologie II. Bd. 24. 1909). — M. Griffith, On two new Members of the *Volvocaceae* (New Phytologist 1909). — M. E. Stickney, Notes on *Spondylomorom* (Bull. Scient. Labor. Denison University, Vol. XIV, 1909). — P. A. Dangeard, *Stephanoptera Fabreae* n. gen. (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Tome 151. Paris 1910). — E. Chatton, *Pleodorina californica* à Banyuls-s.-mer. Son cycle évolutif et sa signification phylogénique (Bull. Scient. de la France et de la Belgique 1910). — H. C. Jacobsen, Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen (Zeitschr. f. Botanik 1910). — H. de Beaurepaire Aragao, Untersuchungen über *Polytomella agilis* nov. gen. nov. spec. (Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro 1910). — B. Schussnig, Beitr. z. Kenntn. von *Gonium pectorale*. (Österr. Bot. Zeitschr. 1911). — A. Pascher, Zur Kenntn. zweier Volvocalen (Hedwigia B. 52, 1912). — G. S. West, Algological Notes X—XIII (Journ. of Botany, Vol. 50, 1912). — A. Scherff, Zwei neue trichocystenart. Bildungen führende Flagellaten (Archiv f. Protistenkunde, Bd. 27, 1912). — P. A. Dangeard, Recherches sur quelques Algues nouvelles ou peu connues I. *Polyblepharideae* (Le Botaniste, Paris 1912). — R. A. Harper, The Structure and Development of the Colony in *Gonium* (Transact. of the Americ. micr. Soc. 1912). — F. E. Fritsch, Freshwater Algae collected in the South Orkneys (Linnean Society's Journal, Botany, 1912). — A. Artari, Zur Physiologie der *Chlamydomonaden* (Jahrb. f. wissenschaftliche Botanik, Bd. LII, 1913). — A. Korschikoff, *Spermatozopsis exsultans* nov. gen. et sp. aus der Gruppe der Volvocales (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1913). — W. Conrad, Observations sur *Eudorina elegans* (Rec. Inst. bot. Brux. 1913). — F. Cavers, Recent. Work on Flagellata and primitive Algae (The new Phytologist 1913). — J. Schiller, Vorläufige Ergebnisse der Planktonuntersuchungen auf den Fahrten S. M. S. „Najade“ in der Adria (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem. Nat. Kl., Bd. 122, Abt. I, 1913). — M. W. Spargo, The Genus *Chlamydomonas* (Washington Univ. Stud. 1913). — F. E. Fritsch, Notes on British Flagellates I—IV (New Phytologist 1914). — Pringle A. Jameson, A new Phytoflagellate, *Parapolytoma satura* n. g. n. sp. etc. (Archiv f. Protistenkunde, Bd. 33, 1914). — H. Kufferath, Notes sur la Flore Algologique du Luxembourg septentrionale (Ann. de Biologie lacustre, Tome VII, 1914). — W. B. Grove, *Pleodorina illinoisensis* Kofoid in Britain (New Phytologist 1915). — G. J. Playfair, Freshwater Algae of the Lismore District (Proceed. of the Linnean Soc. of New South Wales 1915). — G. S. West, Algae (Cambridge Botanical Handbooks 1916). — F. Doflein, *Polytomella agilis* (Zool. Anzeiger 1916). — H. Takeda, *Dysmorphococcus variabilis* gen. et spec. nov. (Ann. of Botany 1916). — A. Pascher, Undulierende Saumgeißeln bei einer grünen Flagellate (Archiv f. Protistenkunde, Bd. 37, H. 2, 1916); Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft, Bd. XXXIV, 1916; Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: *Chlamydomonas* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1916). — W. R. Shaw, *Besseyosphaera*, a new Genus of the *Volvocaceae* (Bot. Gaz. 1916). — G. S. West, Algological Notes XVIII—XXIII (Journ. of Botany, 1916). — G. J. Playfair, Australian Freshwater Phytoplankton (Proceed. of the Linnean Society of New

South Wales 1917). — A. Pascher, Von der merkwürdigen Bewegungsweise einiger Flagellaten (Biolog. Zentralblatt, Bd. 37, No. 9, 1917). — W. B. Crow, The Classification on some colonial Chlamydomonads (The New Phytologist, Vol. XVII, 1918). — G. J. Playfair, New and rare Freshwater Algae (Proceed. of the Linnean Society of New South Wales 1918). — B. L. Issatchenko, Quelques Observations sur *Dunaliella salina* et sur le sel rose (Bull. Jard. Princip. Bot. Republ. Russe, 1918). — O. Baumgärtel, Über amöboide Gameten, Amöbozygoten und diploide Plasmodien bei einer Chlamydomonadine (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1918, Archiv f. Protistenkunde 1919). — M. Hartmann, Untersuchungen über die Morph. und Phys. des Formwechsels, Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung der Phytomonaden I (Archiv f. Protistenkunde 1918). — W. R. Shaw, *Campbellosphaera*, a new Genus of the *Volvocaceae* (The Philippine Journal of Science 1919). — Karl Bëlar, Protozoenstudien III (Archiv f. Protistenkunde 1921). — J. F. Lewis and W. R. Taylor, Notes from the Woods Hole Laboratory (Rhodora 1921). — R. Chodat, Algues de la Région du Grand St.-Bernard (Bulletin de la Soc. Bot. de Geneve 1921). — A. Labbé, Sur les Modifications adaptatives de *Dunaliella salina* (Comptes Rendus des Seances de l'Acad. des Sciences, 1921; Le Cycle évolutif de *Dunaliella salina* (Comptes Rendus des Seances de l'Acad. des Sciences, 1921. — W. Zimmermann, Zur Entwicklungsgeschichte und Zytologie von *Volvox* (Pringsheims Jahrb. Bd. 60, 1921). — M. Hartmann, Untersuchungen über die Morph. und Phys. des Formwechsels, Entwicklung, Fortpflanzung, Befruchtung und Vererbung der Phytomonaden III (Archiv f. Protistenkunde 1921). Praktikum der Protozoologie, 4. Aufl. 1921. — Tracy E. Hazen, The Phylogeny of the Genus *Brachiomonas* (Bulletin of the Torrey Botan. Club, Bd. 49, 1922); New British and American Species of *Lobomonas*: A Study in the Morphogenesis of Motile Algae (Bulletin of the Torrey Bot. Club, Bd. 49, 1922). — Ch. Janet, Le *Volvox*, Deuxième Mémoire (Les Presses Universitaires de France, Paris 1922). — R. Chodat, Matériaux pour l'Histoire des Algues de la Suisse (Bulletin de la Soc. Bot. de Geneve, 1922). — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, zweite Aufl., Bd. I, 1922). — W. N. Jones, Note on the Occurrence of *Brachiomonas* (Proceed. Linnean Soc. London 1922). — W. R. Shaw, *Janetosphaera*, a new Genus and two new Species of the *Volvox* (The Philippine Journ. of Science, 1922); *Merrillosphaera*, a new Genus of the *Volvocaceae* (The Philippine Journ. of Science 1922); *Copelandosphaera*, a new Genus of the *Volvocaceae* (The Philippine Journ. of Science, 1922). — O. V. Troitzkaia, De Carteriis nonnullis minus cognitiss notulae (Not. Syst. Inst. Crypt. Hort. Bot. Petropol. 1922). — W. R. Shaw, *Merrillosphaera africana* at Manila (The Philippine Journ. of Science 1923). W. Zimmermann, Neue einzellige Helgoländer Meeressalgen (Ber. d. deutsch. Bot. Gesellschaft, 1923). — S. O. Mast, Eyes in *Volvox* and their function (Anatom. Record 1923). — S. Kuschkewitsch, Zur Kenntn. d. Entwicklungsgeschichte von *Volvox* (Bull. Acad. Sc. de l'Ukraine, Vol. I, 1923). — A. Korschikoff, Zur Morph. des geschl. Prozesses bei den Volvocales (Arch. d. Russ. Protistol. Ges. 1923, 2, T. 8). — Ch. Janet, Sur l'Ontogenese du *Volvox aureus* (C. R. Acad. Sc. Paris 1923); Le *Volvox*, Troisième Mémoire. Ontogénese de la blastea volvoceenne, 1923. — L. A. Schkorbatow, De novo organismo: *Chlamydosphaera* n. gen. et spec. ad ordinem Volvocales pertinente. (Notulae Syst. ex Inst. Crypt. Hort. Bot. Petropolitani, 1923). — A. Korschikoff, Über zwei neue Organismen aus der Gruppe der Volvocales. (Russisches Archiv für Protistologie, 2, 1923). — G. J. Playfair, Notes on freshwater Algae (Proceed. Linnean Soc. N. S. Wales, Vol. 48, Part. 3, 1923). — M. Walter, Beitr. z. Kenntn. d. Farbstoffe und der Membranen von *Haematococcus pluvialis* (Ber. d. deutsch. Bot. Gesellschaft 1923). — A. Pascher, Neue oder wenig bekannte Protisten I—VIII (Archiv f. Protistenk. 1921—1923). — A. Pascher, Über die morph. Entwicklung der Flagellaten zu Algen. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1924). — A. Korschikoff, Zur Morph. und Systematik der Volvocales (Russisches Archiv für Protistologie, Bd. 3, 1924). — Max Hartmann, Über die Veränderung der Koloniebildung von *Eudorina elegans* und *Gonium pectorale* unter dem Einfluß äußerer Bedingungen (Archiv für Protistenkunde, Bd. 49, 1925). — B. Liebetanz, Hydrobiologische Studien (Bulet. Internat. de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, No. 1—2, B, 1925. — G. B. de Toni, Frammenti algologici X, Due Oligosaprobie nuove per la Flora Modenese (La Nuova Notarisia, 1925). — E. Schreiber, Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer Volvocales (Zeitschr. für Botanik, 17. Jahrg. H. 7, 1925). — L. Geitler, Zur Kenntnis der Gattung *Pyramidomonas* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 52, 1925). — E. E. Uspenski und W. J. Uspenskaja, Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung des *Volvox minor* und *Volvox globator*. (Zeitschr. für Botanik, Bd. 17, 1925). — A. Pascher, Neue oder wenig bekannte Protisten XVIII (Archiv für Protistenkunde, Bd. 52, 1925). — C. Gabriel, Sur l'existence de cystes dans l'évolution d'une Chlamydomonadaceae *Brachyomonas submarina* (C. R. Soc. Biol. Bd. 93, 1925). — Renée Mosbacher, Sur le mode de Scission de *Polytoma uvella* (C. R. Soc. Biol. 93, 1925). — A. Korschikoff, Beitr. zur Morph. und Syst. der Volvocales I (Russisch. Archiv für Protistologie, T. IV, 3—4, 1925). — L. H. Bretschneider, *Pyramimonas utrajectina*, spec. nov., eine neue Polyblepharididae. (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — Jos. Schiller, Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — A. Pascher, Neue oder wenig bekannte Protisten XIX (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — Swirenko,

Über einige neue und interessante Volvocineae aus dem Süden der Ukraine (Archiv für Protistenkunde, Bd. 55, H. 1, 1926).

Merkmale. Die Zellen leben einzeln oder zu mehrzelligen Individuen, Kolonien, verbunden, schwärmen den längeren und wesentlicheren Teil ihres Lebens frei umher und besitzen in der Regel eine Hülle, durch welche von jeder Zelle 1—8 Geißeln hervorragen; jede Zelle enthält einen (selten mehrere) grünen Chromatophor. Die Vermehrung findet durch Teilung aller oder nur einiger der Zellen der frei umherschwärmenden Kolonien (bei einigen außerdem während eines *Palmella*-Stadiums) statt. Die Befruchtung ist entweder eine Kopulation von Iso- oder Heterogameten oder eine Eibefruchtung; das Geschlechtsprodukt ist eine Zygospore, aus welcher ein oder mehrere Individuen hervorgehen.

Vegetationsorgane. Die Volvocaceen sind entweder 1zellig (z. B. *Chlamydomonas*, Fig. 18 u. a.) oder bilden Kolonien von bestimmter Form, die gewöhnlich auch eine bestimmte Anzahl Zellen enthalten und dann zumeist von einer gemeinsamen Hülle umgeben sind (*Pandorina*, Fig. 17 u. a.). Im letzteren Falle bilden die Zellen entweder eine hohle Kugel (*Volvox*, Fig. 21, *Pleodorina* Fig. 30 A und *Eudorina*, Fig. 16 und 20) oder einen Ring (*Stephanosphaera*, Fig. 28 und *Stephanoon*, Fig. 29 C), oder sie liegen aneinander gleich Teilen einer zerschnittenen Kugel (*Pandorina*, Fig. 17) oder endlich sie bilden eine Zellscheibe (*Gonium*, Fig. 14 und *Platyodorina*, Fig. 29 A u. B). *Spondylomorom* (Fig. 13) besteht ebenfalls aus mehreren Zellen, die in 4 Kreise, ein jeder aus 4 Zellen bestehend, geordnet sind, aber diese Zellen zeigen sich nur sehr lose verbunden, da eine gemeinsame Hülle fehlt. Hinsichtlich der Form sind die Zellen der Volvocaceen sowohl bei den 1zelligen als bei den mehrzelligen Formen ziemlich ungleichartig. Am häufigsten sind sie \pm eiförmig, herz- oder spindelförmig. Bei *Agloë* sind sie tonnenförmig, *Scherffelia* und *Scourfieldia* haben abgeflachte Zellen, *Brachiomonas*, *Lobo-*

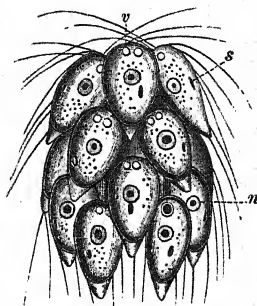


Fig. 13. *Spondylomorom quaternarium* Ehrb. Eine Kolonie, bestehend aus 16 Zellen. n Zellkern, s roter Augenpunkt, v kontraktile Vakuole. Nach Stein, 650/1.)

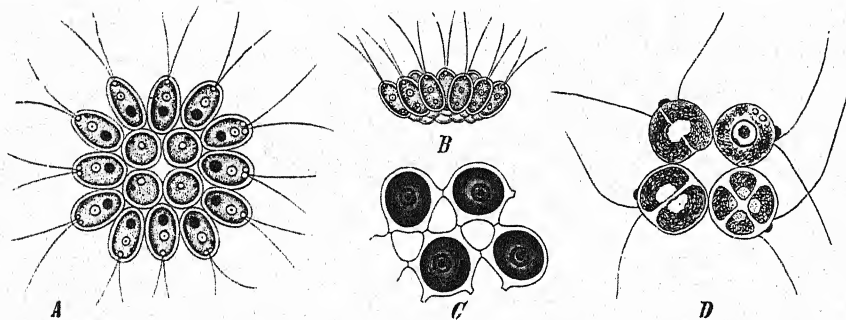


Fig. 14. A—C *Gonium pectorale* Müll. A Eine Kolonie von oben, B von der Seite gesehen (325/1). C Zeigt die Verbindungen zwischen den Zellen (500/1). — D *G. sociale* (Duj.) Warm. Eine Kolonie mit ihren Zellen in verschiedenen Teilungsstadien. (A, B nach Stein; C, D nach Cohn.)

monas u. a. sind mit armartigen Fortsätzen und Warzen auf der Haut versehen, die Phacoten sind linsenförmig, und die Hülle besteht aus zwei uhrglasförmigen Hälften usw. Bei den mehrzelligen Gattungen können die Einzelzellen entweder jede für sich isoliert liegen oder sie sind, wie bei *Gonium*, *Eudorina* und gewissen Arten von *Volvox*, durch Plasmodesmen verbunden.

Das Protoplasma zeichnet sich durch gewöhnlich größere Kontraktilität vor dem der übrigen *Protococcales* aus. So können z. B. *Chloraster* (Fig. 24 A) 4 keulenförmige Lappen, *Haematococcus* und *Stephanosphaera* (Fig. 28) sogar verzweigte Pseudopodien aussenden, welche bis an die ziemlich weit abstehende Hülle heranreichen. Wie bei den

Schwärmzellen anderer Algen besitzt auch hier die äußerste Schicht des Protoplasmas eine gewisse Festigkeit, so daß die Zelle eine bestimmte Form anzunehmen vermag, und zuweilen kann diese Schicht das Aussehen einer dicht anliegenden Membran haben.

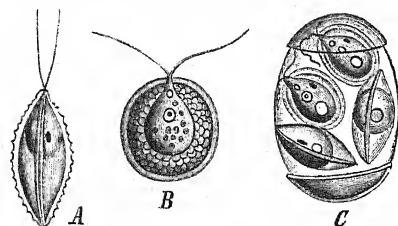


Fig. 15. *Phacotus lenticularis* Stein. A Ein Individuum von der Seite, B von der Fläche gesehen. C Die vegetative Teilung: die Tochterindividuen haben sich mit einer Schale umgeben. (Nach Stein, 650/1.)

werden sie aber nachgeschleppt. Gelegentlich können auch andere Arten rückwärts schwimmen. Merkwürdige Bewegungen zeigt *Medusochloris*.

Im allgemeinen kommen bei den Volvocaceen im vorderen Ende der Zelle und nahe der äußeren Begrenzung derselben (1 oder) 2 pulsierende Vakuolen vor, die sich abwechselnd kontrahieren. Bei *Chlorogonium*, *Haematococcus* und *Stephanosphaera* sind viele pulsierende Vakuolen über die ganze Zelle nahe an deren Peripherie verteilt. *Dunaliella* scheint Vakuolen gänzlich zu entbehren.

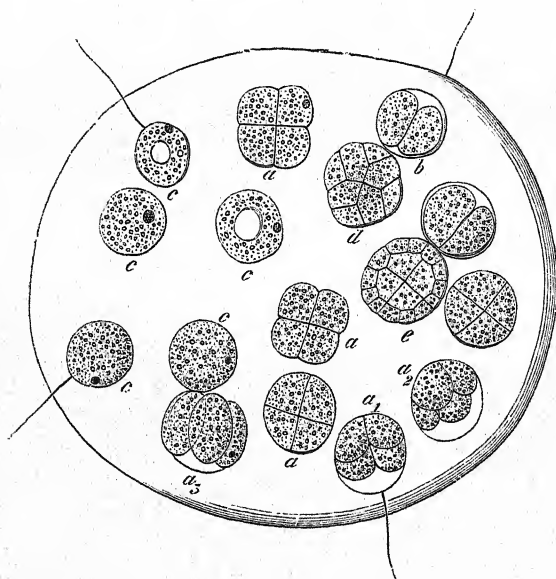


Fig. 16. *Eudorina elegans* Ehrh. Eine Kolonie bildet Tochterkolonien; die Gallerthülle ist angeschwollen, und die Geißeln sind nur zum Teil sichtbar; c ungeteilte, b 2-geteilte, a 4-geteilte und d und e weiter vorgeschrittene Teilungsstadien; bei f bildet die Tochterkolonie bereits eine konkave Platte, welche sich später zu einer Hohlkugel wölbt. (Nach Goebel.)

nas monadina lang, bandförmig und gebogen sind. Bei *Agloë* ist der Chlorophyllkörper tonnenförmig, in der Mitte besitzt er eine dicke Querwand, die das Pyrenoid führt, bei *Scherffelia* haben wir zwei dicke, längs verlaufende Platten ohne Pyrenoides. Auch einige andere Gattungen entbehren des Pyrenoides.

Zuweilen tritt außer dem Chlorophyll auch ein roter Farbstoff auf (Hämatochrom nach Cohn), welcher das Chlorophyll vollständig überdecken kann, so daß die Zellen ein

Da die Volvocaceen, gleich den Schwärmzellen anderer Algen, fast stets beweglich sind, so haben sie auch Bewegungsorgane nötig. Diese bestehen auch hier in Geißeln, welche bei den *Chlamydomonadeae*, *Phacoteae*, *Volvoceae*, *Haematococcoideae* 2 sind (bei *Mastigosphaera* ist jedoch nur 1 angegeben), bei *Carterioideae* 4 und bei den *Polyblepharideae* zwischen 1 und 8 wechseln können. Dieselben entspringen von einem farblosen, zuweilen schnabelförmig verlängerten Fleck und ragen durch feine Löcher in der umgebenden Hülle in das Wasser hinaus. Die Geißeln treiben die Zellen vorwärts, bei *Scourfieldia*

werden sie aber nachgeschleppt. Gelegentlich können auch andere Arten rückwärts schwimmen. Merkwürdige Bewegungen zeigt *Medusochloris*.

Der Chromatophor ist stets chlorophyllgrün oder schwach bräunlich-gelblich und umgibt gewöhnlich mantelförmig den ganzen hinteren Teil der Zelle. Nach hinten zu ist er häufig stark verdickt, so daß das farblose Protoplasma, welches den Zellkern beherbergt, nur einen kleinen trichterförmigen Raum (*Chlamydomonas*, *Gonium*) oder eine kleine, flache Ausbuchtung (*Eudorina*, *Volvox*) einnimmt. Bei *Chlorogonium* scheinen zahlreiche ungleich große Chlorophyllkörner vorhanden zu sein. Der Chromatophor schließt ein oder (z. B. bei *Stephanosphaera*) mehrere Pyrenoides ein, welche in der Regel beinahe isodiametrisch, nach Stein aber bei *Chlamydomonas*

rotes Aussehen erhalten, wie es z. B. bei *Chlamydomonas nivalis*, dem sogenannten »roten Schnee«, und bei *Haematococcus*, *Stephanosphaera* u. v. a. der Fall ist.

Bei den meisten Volvocaceen hat man in den Zellen einen roten Augenkern gefunden. Derselbe ist stets peripherisch und liegt den Chromatophoren außen an, parallel der Längsachse der Zelle, doch kann er im übrigen seinen Platz am vorderen Teil der Zelle, bei anderen in der Nähe der Geißeln, bei noch anderen ungefähr in der Mitte oder auch im hinteren Teil der Zelle haben.

Bei *Volvox* sind die Augenflecke der Zellen am sensitiven Pol 6—8mal so groß als am generativen. Ähnliches wird auch für *Pleodorina* angegeben.

Mit Ausnahme der *Polyblepharideae*, die nur eine plasmatische Hautschicht haben, die Umrißveränderungen ermöglicht, besitzen die Volvocaceen eine deutlich hervortretende Membran. Bei den *Phacoteae* besteht die Hülle, welche linsenförmig zusammengedrückt ist, entweder aus zwei ganz getrennten Klappen, wie bei *Phacotus* (Fig. 15) oder zeigt wenigstens eine Tendenz, längs ihrer Kante aufzuspringen. Die mehrzelligen Formen haben, abgesehen von *Spondylomorpha* (Fig. 13), eine gemeinsame und deutliche Hülle. Diese besteht im allgemeinen aus einem gallertartigen Stoffe, welcher aber bei *Chlamydomonas*, *Haematococcus* u. a. Zellulosereaktion zeigen kann. Die älteren Membranen werden häufig mit anderen Substanzen imprägniert, z. B. Pektin. Bei *Phacotus* ist die Hülle stark mit Kalk und bei *Pteromonas* wahrscheinlich mit Kieselsäure inkrustiert.

Ungeschlechtliche Vermehrung und Ruhezustände. Neue Individuen entstehen durch Teilung der Zellen; bei den 1zelligen *Chlamydomonadeae* und *Phacoteae* werden die durch sukzessive in der Längs- oder Querrichtung oder kreuzweise erfolgende Teilungen gebildeten Tochterzellen frei (Fig. 22 C). Während der Teilung ist bei gewissen Arten eine Drehung des ganzen Plasmaleibes mit allen Einschlüssen innerhalb der Membran nachgewiesen, wodurch der ursprüngliche Teilungsplan um 90° scheinbar verrückt wird. In den mehrzelligen Kolonien der *Volvoceae* sind entweder alle Zellen in gleicher Weise fähig, durch Teilung neue frei werdende Kolonien zu bilden (*Gonium*, *Pandorina* usw.), oder es ist (bei *Volvox* und *Pleodorina*) diese Vermehrung nur einzelnen bestimmten, durch Größe ausgezeichneten Zellen, den Parthenogonidien, eigen, während die übrigen zugrunde gehen. Es entsteht hier durch Teilung in 2 Richtungen des Raumes eine Zellplatte, welche entweder unverändert bleibt (*Gonium*) oder sich glockenförmig zu einer Hohlkugel zusammenbiegt (*Eudorina*, Fig. 16 und *Pleodorina*). Bei *Volvox* sind die Teilungen genau dieselben wie bei *Eudorina* und *Pleodorina* usw., nur müssen sie natürlich weit häufiger einsetzen, um die verhältnismäßig großen Tochterkugeln zu bilden.

Bei der Teilung werden erst der Zellkern, das Pyrenoid und der Chromatophor in 2 Teile geteilt, worauf die Zelle sich in der Mitte einschnürt. Die Geißeln entstehen durch Neubildung, nicht aber durch Teilung der alten Geißeln. Bei *Chlorogonium* z. B. und zuweilen auch bei *Haematococcus* werden die Teilungen mehrere Male innerhalb ein und derselben Hülle wiederholt, und die Tochterindividuen entwickeln erst Geißeln, wenn alle Teilungen ihren Abschluß erhalten haben.

Bei den *Chlamydomonadeae* und den *Phacoteae* kommen öfters auch Teilungen im Ruhestadium vor (Fig. 18 C). Die Hülle erweitert sich dann etwas, die Geißeln werden eingezogen und das Mutterindividuum teilt sich in 2 oder 4 neue Individuen, welche entweder parallel oder tetraedrisch liegen und später ausschwärmen. Die neue Hülle kann sich bereits vor oder auch erst nach dem Verlassen der Mutterhülle entwickeln.

Die Teilung der *Volvoceae* vollzieht sich in der Nacht. Es ist hier vor völliger Ausbildung der jungen Tochterkolonie eine Umkehr in der Polarität der Zelle zu beobachten. Diese Umkehr findet sich offenbar bei allen kugeligen Volvocineen. Bei *Eudorina* z. B. sind nach der Teilung die 32 Zellen einer jungen Kolonie zu einer napfartigen halbkugeligen Schale innerhalb der alten Membran angeordnet, und zwar am hinteren Pol der alten Mutterzelle. Diese junge Kolonienanlage stülpt sich nun um; es bildet sich erst eine horizontale Platte, dann schreitet der Vorgang weiter fort, und es kommt zu einem Stadium, das dem Ausgangsstadium völlig entspricht, nur in umgekehrter Anordnung, d. h. die napfförmige oder halbkugelige Kolonie ist nun mit ihrer konvexen Seite nach dem Vorderpol der alten Mutterzelle gerichtet. Die Umstülpung schreitet weiter fort, bis der Napf zu einer völligen *Eudorina*-Kugel sich geschlossen hat, und jetzt entstehen auch die neuen Geißeln der jungen Kolonie. In ähnlicher Weise vollzieht sich auch mutatis mutandis die Sache bei

Volvox und *Pleodorina*. Unter gewissen, nicht näher aufgeklärten Ernährungsbedingungen kommen bei *Eudorina Gonium*-artige Platten vor. Ihr Zustandekommen ist als ein Stehenbleiben auf dem eben erwähnten Entwicklungsstadium, als eine Art Hemmung zu betrachten, indem die Umstülpung der napfförmigen Kolonienanlage nicht zum völlig kugeligen Zusammenschluß vorgeschritten, sondern auf dem Plattenstadium stehengeblieben ist.

Die agame Vermehrung bei *Gonium pectorale* geschieht durch Teilung jeder einzelnen Zelle einer Kolonie durch 4 Teilungsschritte in 16 Tochterzellen. Die erste Teilung

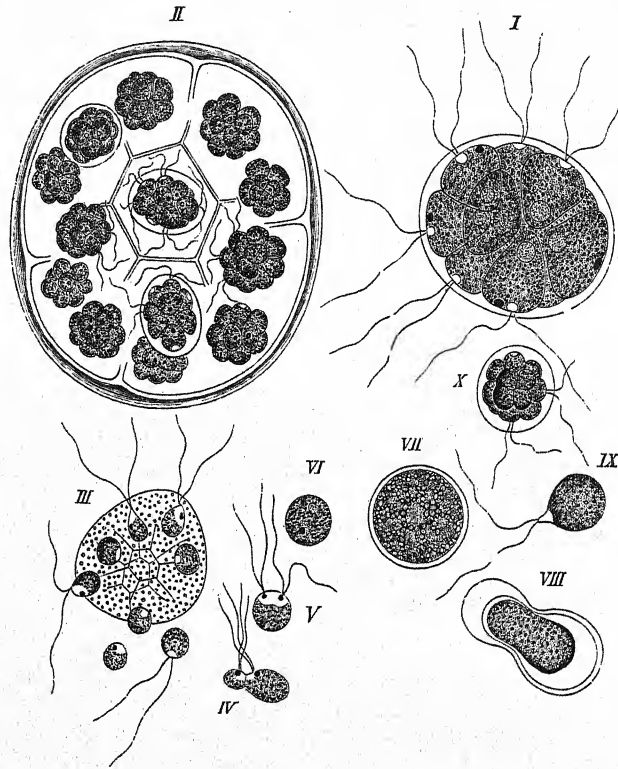


Fig. 17. *Pandorina Morum* (Müll.) Bory. I Eine schwärmende Kolonie, aus 16 Zellen bestehend; II eine ähnliche Kolonie, in 16 Tochterkolonien geteilt; III eine geschlechtliche Kolonie, deren einfache Zellen aus der verschleimten Hülle heraustreten; IV, V kopulierende Gameten; VI, VII eine jüngere und eine ältere Zygosporie; VIII Bildung einer großen Schwärmspore aus der Zygosporie; IX freie Schwärmspore; X junge Kolonie, welche aus der Schwärmspore entstanden ist. (Nach Pringsheim, 480/1).

lung ist eine Längsteilung; durch eine zweite Längsteilung, rechtwinklig zur ersteren, entstehen 4 übers Kreuz gestellte Zellen, welche sich wieder durch zwei weitere Teilungsschritte in ähnlicher Weise zu 16 in einer Platte liegende Tochterzellen vermehren. Diese Platte ist gegen den vorderen (alten) Geißelpol stark konkav eingewölbt. In diesem Stadium werden bei den jungen Kolonien bereits die Geißeln ausgebildet, die also zunächst nach der inneren, der konkaven Seite der Gallerthülle der jungen Kolonien gerichtet sind. Nach dem Freiwerden findet bei den jungen Tochterkolonien die gleiche Umstülpung statt; doch geht sie nur bis zu dem Punkt, der ungefähr der ursprünglich entgegengesetzten Wölbung der Platte entspricht. Unter gewissen Ernährungszuständen zerfallen die Kolonien in Acht- und Vierzeller, zuletzt sogar in *Chlamydomonas*-ähnliche Einzeller. Hand in Hand mit dieser Veränderung geht auch Umbildung in Protoplasten vor sich, das Pyrenoid wird unsichtbar, der Chromatophor wird mehr diffus usw.

Auch Riesenformen, die den Durchmesser der Normalformen um das 3—4fache überrreffen, treten unter bestimmten Außenbedingungen auf. Durch gewisse chemisch-physikalische Ursachen tritt hier eine Hemmung in der Teilung und Steigerung des Wachstums ein. Unter günstigen Bedingungen können sie sich in freischwimmende kugelig gehäufte Kolonien umbilden.

Bei der Vermehrung von *Pandorina* (Fig. 17) runden sich die umgekehrt pyramidalen Zellen ab, so daß man fast eine *Eudorina* vor sich zu haben glaubt, und dann setzen die Teilungen ein wie bei den vorigen Gattungen (Fig. 17 II). Nachdem die Platte sich zur Hohlkugel geschlossen hat, muß noch ein Wachstum der Zellen gegen das Kugelzentrum hin erfolgen. Auch bei dieser Gattung sind *Gonium*-ähnliche, tafelförmige Kolonien, wie bei *Eudorina*, bekannt.

Ruhende Akineten kommen bei *Chlamydomonas*, *Haematococcus*, *Gonium*, *Eudorina* u. a. vor. Sie entstehen auf die einfachste Weise aus der frei schwimmenden Form dadurch, daß diese ihre Geißeln verliert, sich abrundet, sich mit einer dicken Membran umgibt und ein körniges, zuweilen rötliches Aussehen erhält. Sie können jahrelang ruhen und alle Unbilden der Außenwelt überleben. Unter günstigen Verhältnissen entstehen aus ihnen Zoosporen, die zu normalen Zellen heranwachsen. Nach Peebles werden Zoosporen besonders gebildet, wenn die Akineten lange geruht haben, während Akineten, die verhältnismäßig kurz geruht haben, besonders zu Gametenbildung befähigt sind.

Palmella-Stadien bilden sich bei gewissen Gattungen, z. B. *Chlamydomonas*, *Haematococcus* u. a., unter besonderen Bedingungen (Nährstoffmangel, Kultur in spezialisierten Nährlösungen, Kultur auf festem und halbfestem Substrat usw.). Die Zellen teilen sich nach den für die Spezies vorgeschriebenen Regeln, die Tochterzellen werden aber nicht beweglich, sondern die äußersten Membranschichten verquellen. *Chlamydomonas Kleinii* können walnußgroße Palmellen bilden. Aus der Hüllmasse können jeweils die ganzen Zellen ausschlüpfen und unter Bildung von Geißeln beweglich werden. Palmellen sind bei den meisten Gattungen dieser Familie bekannt.

Die Fortpflanzung, die noch nicht bei allen Volvocaceen nachgewiesen ist, kann entweder eine Gametenkopulation oder eine Eibefruchtung sein. Nahrungsmangel hat sich öfters als die Ursache der Gametenbildung erwiesen. Die kopulierenden Gameten treten unter zwei Formen auf; nämlich als bewegliche Gameten oder als Aplanogameten. Die niedrigste Form ist die Kopulation von beweglichen Gameten, die bis zu 64 in einer Zelle entstehen können, wie sie z. B. bei *Pandorina*, *Chlamydomonas*, *Stephanosphaera*, *Haematococcus*, *Gonium* usw. vorkommt. Die Gameten sind nackt oder bei gewissen *Chlamydomonas*-Arten, *Carteria* u. dgl., mit einer ± festen Membran umgeben, die mindestens teilweise beseitigt wird, wenn der Geschlechtsakt Platz greift. Bei *Pandorina Morum* (Fig. 17) (wo Pringsheim 1869 die Gametenkopulation zuerst entdeckte) teilen die Zellen sich ebenso, wie bei der Bildung neuer Individuen, die Tochterzellen aber werden frei und schwärmen umher. Dieselben sind dann beinahe kugelförmig und haben an dem einen Ende einen farblosen Fleck mit 2 Geißeln und einem roten Augenpunkt. 2 von diesen Gameten, oft ein größerer und ein kleinerer, berühren einander mit dem farblosen Fleck, worauf sie verschmelzen und schließlich eine Kugel mit 4 Geißeln und 2 roten Augenpunkten bilden. *Pandorina* ist diözisch.

Bei *Stephanosphaera pluvialis* (Fig. 28) entwickeln sich aus jeder Zelle 16 bis 32 keinen geschlechtlichen Unterschied zeigende Gameten. Diese schwärmen innerhalb der gemeinsamen Hülle des Individuums umher, kopulieren daselbst und bilden die Zygosporen. *Stephanosphaera* ist auch diözisch, nur aus verschiedenen Zellen herstammende Gameten können miteinander kopulieren, sei es, daß diese Zellen derselben Kolonie angehören oder nicht.

Der Kopulationsprozeß bei *Gonium pectorale* geht in der Weise vor sich, daß zur Zeit der Gametenbildung die einzelnen Zellen den Kolonieverband als nackte, mit 2 Geißeln versehene Protoplasten verlassen, und diese nackten Gameten sich paarweise vereinigen und zur Hypnozygote verschmelzen. Es ist bemerkenswert, daß die zur Kopulation gelangenden Gameten gleichgroß oder von ganz verschiedener Größe sein können. Nach Schussnig soll es sich um reine Isogamie handeln; aber Schreiber hat beobachtet, daß das Volumen der miteinander kopulierenden Gameten sogar dem Verhältnis 1 : 6 entsprechen kann, was sich nach erfolgter Kopulation dann auch noch an dem starken

Größenunterschied der beiden Zygotenpyrenoide zu erkennen gibt. Es läßt sich eine Gesetzmäßigkeit in der Größe der miteinander kopulierenden Gameten nicht feststellen, und Gameten jedweder Größenkategorie können bei *Gonium pectorale* verschmelzen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Größe der Gameten vom Ernährungszustand bzw. Alter der miteinander reagierenden Gonien abhängig. Gameten von einem einzigen Individuum stammend können nicht kopulieren, *Gonium* hat sich somit auch als diözisch erwiesen.

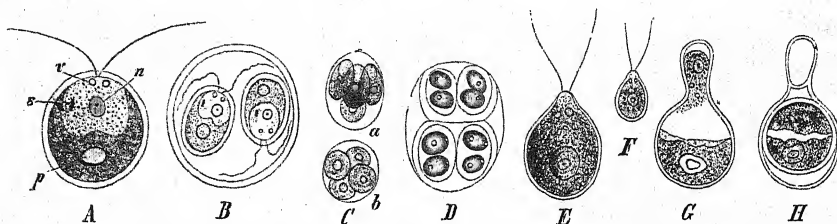


Fig. 18. A, B *Chlamydomonas Reinhardtii* (Dang.) Gorosch. A Ein älteres Individuum bei zentraler Einstellung des Mikroskopes: n Zellkern, p Pyrenoid, s roter Augenpunkt, v kontraktile Vakuole; B das schwärmende Individuum hat seine Geißeln eingezogen und sich in 2 schwärmende Tochterindividuen geteilt (650/1). — C, D *Ch. angulosa* Dill. C Das Mutterindividuum hat seine Geißeln eingezogen und sich in 4 unbewegliche Zellen geteilt: a von der Seite gesehen, b von oben gesehen (480/1); D *Palmella-Stadium* (320/1). — E—H *Ch. monadina* Stein. E ♀ Gamet; F ♂ Gamet; G beginnende Kopulation; H beendet Kopulation. (A, B nach Stein; C Original; D nach Cienkowsky; E—H nach Goroschankin.)

Bei gewissen *Chlamydomonas*-Arten findet die Kopulation auf eine ähnliche Weise statt, indem die Mutterindividuen sich in 8 bis 16 frei schwärmende, hüllelose Gameten teilen, von denen oft ein größerer und ein kleinerer kopulieren. — Bei einer anfänglich als *Ch. pulvisculus* (Fig. 18) bezeichneten Form, die aber aus mehreren Arten besteht, findet nach Goroschankin und Stein die Kopulation zwischen Aplanogameten statt, von

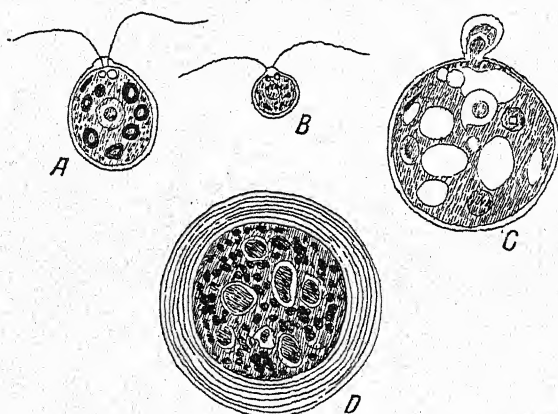


Fig. 19. *Chlamydomonas coccifera* Gorosch. A Vegetative Zelle; B ♂ Gamet; C Kopulationsakt; D Zygote. (Nach Goroschankin.)

denen die ♂ durch Teilung der Mutterzelle in 8 und die ♀ durch Teilung in 2—4 Gameten entstehen und doppelt so groß sind als die ♂, sonst aber dasselbe Aussehen zeigen. Die Hülle liegt bei ihnen dicht am Protoplasma an, und sie haben einen stark entwickelten stumpfen Schnabel, mit welchem sie sich aneinander befestigen. Die Geißeln verschwinden sodann, und es entsteht zwischen ihren Hüllen ein Kopulationskanal, durch welchen der ♂ Gamet zum ♀ hinüberkriecht, mit dem er zu einer Zygospore verschmilzt; diese umgibt sich mit einer Membran und erhält einen braunen Inhalt. Zuweilen befestigen sich, nachdem die Zygospore bereits gebildet ist, an der Außenwand des ♀ Gameten mehrere ♂, und das Protoplasma derselben dringt sodann hervor und rundet sich ab, geht aber später zugrunde. Ähnlich verhält sich *Chl. Morieri* Dgd. nach Dangeard. Noch weiter fortgeschritten ist der Sexualakt bei Goroschankins *Chl. coccifera* (Fig. 19). Die ♂ und ♀ Gameten sind in der Größe recht verschieden. Der ♀ Gamet entsteht aus einer vegetativen Zelle dadurch, daß diese die Geißeln abwirft, sich erheblich vergrößert und abrundet; die ♂ Gameten bilden sich durch wiederholte Teilung einer vegetativen Zelle; sie sind recht klein, aber mit einer Haut versehen. Nach einiger Bewegung setzen sie sich mit dem Vorderende an dem Teil des ♀ Gameten (das Ei) fest,

an welchem die Geißeln saßen. Man hat hier also einen Übergang zur Oogamie, wie sie bei *Eudorina* (Fig. 20), *Pleodorina* und *Volvox* (Fig. 21) vorkommt, wo die Geschlechtszellen in Eier und Spermatozoiden differenziert sind und meist diözisch auf dem geschlechtlichen Individuum vorkommen. Die Individuen können bei *Volvox* monözisch (z. B. *V. globator*) oder diözisch (z. B. bei *V. aureus*) sein. Die Spermatozoiden werden durch wiederholte Teilungen gebildet, welche in 2 Richtungen des Raumes vor sich gehen. Infolge dieser Teilungsweise entstehen tafelförmige Bündel von einer großen Anzahl gelblich gefärbter und kontraktile Spermatozoiden, welche einen roten Augpunkt, ein farbloses Vorderende und 2 lange Geißeln haben. Bei *Volvox* sitzen die Geißeln ungefähr

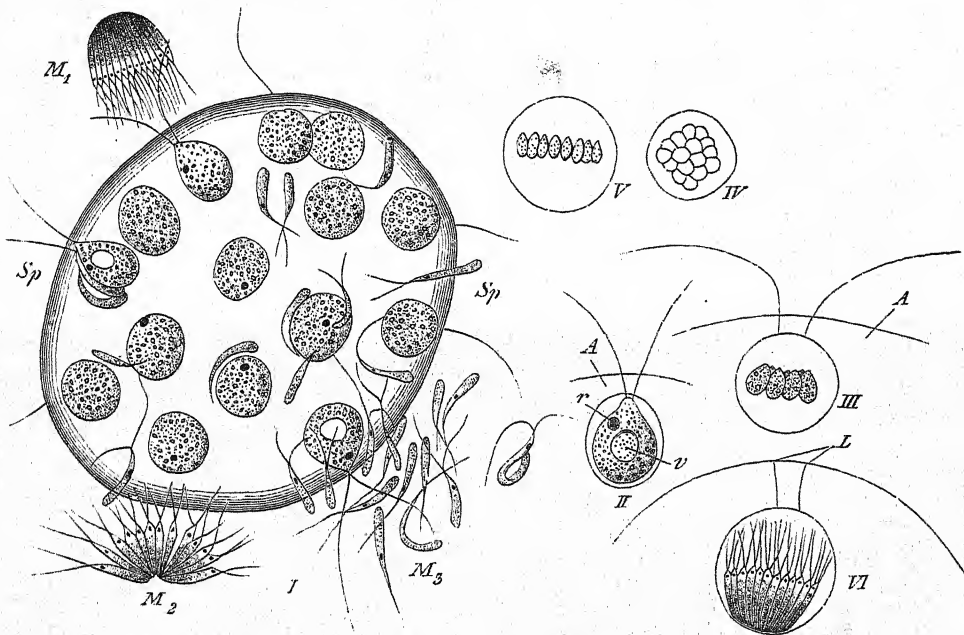


Fig. 20. *Eudorina elegans* Ehrb. I Eine ♀ Kolonie mit nur wenigen sichtbaren Geißeln. M_1 , M_2 , M_3 sind Spermatozoidenbündel: M_1 hat kaum die ♀ Kolonie erreicht und seine Geißeln eingewickelt; M_2 ist ein Spermatozoidenbündel, dessen Zellen sich voneinander zu lösen begonnen haben; M_3 ist ein Bündel, welches sich bereits in seine einzelnen Spermatozoiden aufgelöst hat, die in die ♀ Kolonie eindringen und sich an deren Zellen anlegen; Sp Spermatozoiden. II Mutterzelle eines Spermatozoidenbündels: A Außenfläche der Kolonie; r roter Augpunkt; v kontraktile Vakuole. III-V Entwicklung der Spermatozoidenbündel: III und V von der Seite gesehen; VI ein fertiges Spermatozoidenbündel, dessen Spermatozoiden am vorderen Ende je 2 Geißeln tragen und welche sich bereits bewegen. (Nach Göbel)

in der Mitte des farblosen Vorderendes, welches gleich einem Schwanenhals ausgezogen und im höchsten Grade biegsam ist. Die Eizellen gleichen den Parthenogonidien, sind groß und unbeweglich und von einer Gallertmasse umgeben, durch welche die Spermatozoiden hindurchdringen müssen. Die Eizellen bei *Eudorina* sind ebenfalls grün, da gerade die ♀ Sexualzellen viel Chlorophyll besitzen und viele Assimilaten enthalten; sie sind kaum von den neutralen Zellen zu unterscheiden (Fig. 20). Die Spermatozoiden entstehen wie bei *Volvox* in Bündeln und nehmen einen hellgelben Farbton an. Die Abkömmlinge eines einzigen *Eudorina*-Individuums sind entweder sämtlich Spermatozoiden oder sämtlich Eier. *Eudorina* ist somit auch diözisch. Es hat sich in Kulturen gezeigt, daß der einmal ermittelte Geschlechtscharakter absolut konstant ist, eine Kultur z. B., die einmal Spermatozoiden gebildet hat, erweist sich für die Folgezeit stets als ♂.

Die Chromosomenzahlen konnten in vielen Fällen einwandfrei festgestellt werden. *Chlamydomonas* und *Eudorina* haben deren 10, *Volvox* 12; Entz gibt für *Polytoma* 4, 8 und 16 an. Es handelt sich bei den niederen Zahlen wohl um Koppelungen, die auch

von anderen Forschern erwähnt werden. Durch diese kommt wohl auch die von Doflein gefundene 5-Zahl bei *Polytomella* zustande. Bei *Haematococcus* hat Wollenweber 32 Chromosomen gefunden. Das alles sind die haploiden Zahlen in den vegetativen Zellen und in den Gameten. Diploid sind naturgemäß die Zygoten, aber auch nur diese, denn alle Beobachter geben an, daß beim ersten Teilungsschritt der Zygote bereits wieder eine

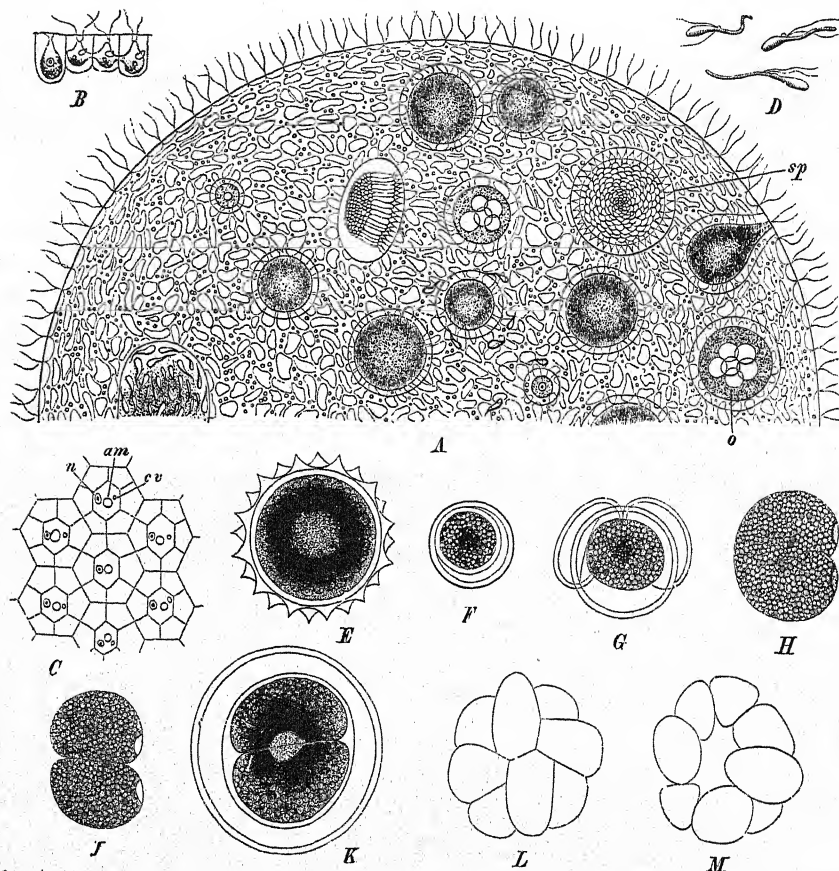


Fig. 21. A—E *Volvox globator* (L.) Ehrb. A Halbtell einer geschlechtlichen, monözischen Kolonie; o Eizelle, sp die Spermatozoidenbündel, teils von vorn, teils von der Seite gesehen (250/1); B 4 neutrale Zellen im optischen Radialschnitt gesehen; C ein kleines Stück von der Oberfläche einer Kolonie, die hexagonalen Hüllen und die Protoplasmafäden zeigend, durch welche die Zellen miteinander verbunden sind; n Zellkern, am Pyrenoid, cv kontraktile Vakuole; D Spermatozoiden, mit Jod getötet (B—D 800/1); E unreife Zygote, das sternförmige Epispor ist fertig gebildet, und das gallertartige Endospor hat soeben seine Bildung begonnen. — F—M *V. aureus* Ehrb. F Eine reife Zygote; G keimende Zygote mit gesprengtem Epispor und angeschwollenem Endospor, der Inhalt ist noch ungeteilt, doch hat sich bereits am vordersten Pol ein farbloser Fleck gebildet; H 3 Stunden später: die Zygote hat bereits begonnen sich zu teilen; I, K noch 1 3/4 Stunden später: die Zygote hat sich geteilt; L eine 8-zellige Kolonie, von hinten gesehen; M dieselbe von vorn gesehen (380/1). (A, B, D, E nach Cohn; C nach Bütschli; F—M nach Kirchner.)

Reduktion Platz greift. Parthenogenesis scheint bei den Volvocaceen ziemlich verbreitet zu sein. Pascher hat eine Bastardierung zweier *Chlamydomonas*-Arten beschrieben.

Die durch die Befruchtung entstandenen Zygoten erscheinen verschiedenartig gebildet bei den einzelnen Gattungen, indem sie rund, linsenförmig, oder zuweilen zylinderrförmig zusammengedrückt sind, scheinen aber stets ruhend zu sein und haben eine doppelte Membran und wenigstens während einiger Zeit einen rötlichen oder bräun-

lichen Inhalt. Sehr oft sind sie glatt, doch können sie auch eine bestimmte Skulptur aufweisen, indem das Exosporium zuweilen kuppelförmige Erhöhungen auf einer sechseckigen Basalfläche bildet, wie z. B. bei *Chlamydomonas nivalis* (Fig. 22 F–K), oder auch kurze Stacheln besitzt, wie bei *Volvox globator* (Fig. 21 E).

Die Keimung der Zygoten findet in den bekannten Fällen auf eine etwas verschiedene Weise statt. Bei der Keimung ergrünen die roten Zygoten, der Inhalt teilt sich wie derjenige der vegetativen Zellen, und schließlich schlüpfen bewegliche Zellen aus der gesprengten Membran aus. Meist sind es deren 4, doch kommen auch andere Zahlen vor. Bei *Chlorogonium* werden 4 Individuen gebildet, welche anfangs rot sind, später aber eine grüne Farbe annehmen. Bei *Chlamydomonas* entstehen direkt 2 neutrale Individuen. Bei *Chlamydomonas nivalis* werden 2 oder 4 Zellen gebildet, welche sich mit einer Membran umgeben und dann durch eine große Öffnung in der Membran der Zygoten austreten. Dieselben sind von den gewöhnlichen ruhenden Zellen kaum zu unterscheiden und bringen

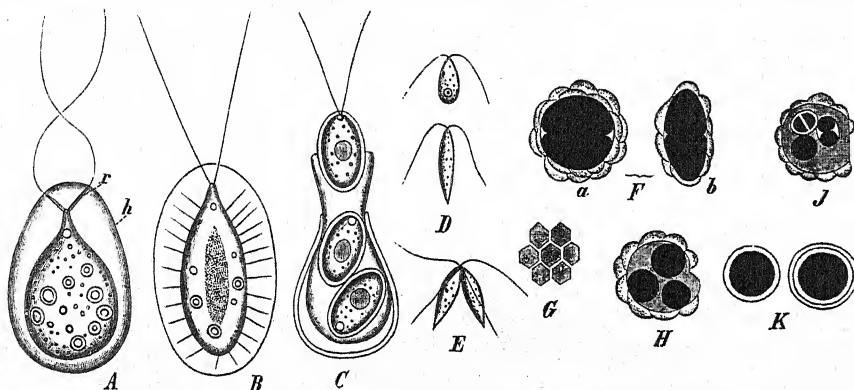


Fig. 22. A–C *Haematococcus pluvialis* Flotw. A Die 1-farbige, bewegliche grüne Form: h die Hülle, r die Röhren, durch welche die Geißeln hervorrage; B die 2-farbige Form mit feinen Pseudopodien; C das Teilungsstadium: aus dem zersprengten inneren Sack treten 4 Tochterindividuen mit eng anliegender Hülle hervor (650/1). — D–E *H. Bütschlii* Blochm. D Gameten; E Kopulationsstadium (1200/1). — F–K *Chlamydomonas nivalis* (Sommerf.) Wille. F Zygospore, a von vorn und b von der Seite gesehen; G ein Stück von der Zellwand einer Zygospore, deren Oberfläche in sechseckige Felder geteilt ist, auf denen sich je 1 kuppelförmige Erhöhung zeigt; H Zygospore, an der einen Seite der Wand mit einer Öffnung versehen, durch welche die 3 durch Teilung entstandenen Zellen heraustreten; J fernere Teilung der bei der Keimung der Zygospore gebildeten Tochterzellen; K 2 Zellen des gewöhnlichen Ruhestadiums, der sogenannte »rote Schnee« (500/1). (A–C nach Stein; D, E nach Blochmann; F–K nach Wittrock.)

wahrscheinlich auf eine ähnliche Weise wie die ruhenden Zellen schwärmende Individuen hervor. Bei *Volvox* wird durch die Keimung der Zygoten und in Übereinstimmung mit den Zellteilungsgesetzen für die gewöhnliche neutrale Vermehrung ein gewöhnliches Individuum hervorgebracht. Nachdem sich die kopulierenden Gameten bei *Gonium pectorale* zu runden, mit zwei Augenflecken und zwei Pyrenoiden versehenen Zygoten vereinigt haben, werden die anfänglich noch vorhandenen vier Geißeln abgeworfen, indem sich gleichzeitig eine Zygotenmembran ausbildet. Während der ersten Tage findet am Licht noch ein bedeutendes Wachstum statt, und erst nach einigen Tagen bildet sich die eigentliche derbe Zygotenmembran unterhalb der ersteren aus. Bei der Keimung, die nach einer Ruhezeit erfolgt, quillt die Zygote stark auf, die anfangs orangerote Farbe geht allmählich in olivgrün über, und seitlich, unmittelbar an der Membran, wird ein hyaliner Fleck sichtbar. Der erste Teilungsschritt beginnt an der hyalinen Seite; der zweite, der unmittelbar hierauf folgt, geht senkrecht zur ersten Teilungsebene, ebenfalls durch den hyalinen Fleck. Die vier hiermit gebildeten Teilungsprodukte runden sich ab, und nach Bersten der Zygotenmembran tritt der Inhalt als Ganzes hervor, und zwar in Form eines vierzelligen *Gonium*-Plättchens. Die diploide Zygote ist geschlechtlich neutral, und die Geschlechtsverschiedenheit wird bei den ersten Keimungsvorgängen erzeugt, die aller Wahrscheinlichkeit nach eine Reduktionsteilung ist. In der kleinen vierzelligen Keimkolonie besitzen nur zwei Zellen das gleiche Geschlecht. Diese Keimkolonie ist also nicht wie eine gewöhnliche vegetative

Kolonie durch eine Äquationsteilung entstanden, sondern ist Spaltprodukt einer heterotypischen Teilung. Damit hängt es auch zusammen, daß die Abkömmlinge einer einzigen Zygote vorzüglich sexuell aufeinander reagieren. Es hat sich erwiesen, daß in der Keimkolonie Zellen von demselben Geschlecht einander gegenüberliegen; die Geschlechter alternieren miteinander. Der vierzellige Keimling ist nur kurz existenzfähig; schon nach 2 bis 3 Tagen fangen die Zellen an sich zu teilen und von den vier Zellen bildet sich je eine normale 16zellige Kolonie.

Auch bei *Eudorina* zeigen die befruchteten Eizellen während der ersten Tage noch ein bedeutendes Wachstum, bis etwa zum sechsfachen Volumen eines empfängnisfähigen Eies, so daß auch hier in der Diplophase eine Assimilation und Stoffproduktion stattfindet. Eine unbedingte Notwendigkeit für den Keimungsprozeß selbst ist das Licht. Bei der Keimung entsteht aus der Zygote nur ein einziger, roter Schwärmer, der sich dann durch wiederholte Teilungen allmählich zu einem *Eudorina*-Individuum entwickelt. Innerhalb einer keimenden Zygote sind aber noch drei hyaline sphärische Körper zu sehen, die an Größe oft sehr ungleich sind. Auch bei *Eudorina* erfolgt die Geschlechtsbestimmung bei der Zygotenkeimung, und der einzige Schwärmer der Zygote ist bereits ein Produkt der Reduktionsteilung. Die drei glasigen Körper, die gleichzeitig innerhalb der keimenden Zygotenmembran auftreten, sind als drei degenerierte Produkte der Tetradenteilung zu betrachten. Anormale Keimungsvorgänge, bei denen 2, 3 oder 4 Schwärmer in einer Zygote entstehen, sind Rückschläge zu einem ursprünglicheren Typus. Der bei *Eudorina* austretende Schwärmer ist also mit der bei *Gonium* austretenden Viererkolonie nicht zu homologisieren, sondern der Schwärmer entspricht nur einer einzigen Zelle der bei *Gonium* austretenden Tetrade. Ähnliche Keimungsverhältnisse sind ja auch bei den Konjugaten bekannt. Bei der Keimung der *Pandorina*-Zygote (Fig. 17) entsteht auch in der Regel nur ein recht großer roter Schwärmer. Ausnahmsweise werden auch hier 2 oder 3 in einer Zygote gebildet. Das Vorhandensein ähnlicher hyaliner Körper wie bei *Eudorina* ist zwar von Pringsheim nicht erwähnt, sie gehen aber aus den Zeichnungen der einzelnen Keimstadien hervor, und dies läßt in Verbindung mit der Diözie ähnliche Verhältnisse wie bei *Eudorina* vermuten. Die Schwärmsporen sind nackt und haben einen langen farblosen Schnabel (Fig. 17 IX) mit 2 langen Geißeln. Zur Ruhe gekommen, teilen sie sich durch sukzessive Teilungen in je 16 Zellen, welche zuerst in einer Ebene zu liegen scheinen, sich dann aber, wie bei *Eudorina* und *Volvox*, glockenförmig zu einem im Anfange beinahe ganz roten kleinen neutralen *Pandorina*-Individuum zusammenbiegen.

Für die Grünalgen ist somit der zeitliche Zusammenfall der Geschlechtertrennung mit dem Kernphasenwechsel ein Analogon zu den Verhältnissen, wie sie bei Basidiomyceten und Mucorineen bisher bekannt wurden.

Verbreitung. Die meisten Volvocaceen findet man nur im süßen Wasser, nur einige Arten der Gattungen *Chlamydomonas*, *Haematococcus*, *Chloraster*, *Brachiomonas* u. a. können auch im Meerwasser und Brackwasser leben. *Dunaliella*, *Stephanoptera*, *Asteromonas* u. a. kommen in recht konzentriertem Salzwasser vor. Die meisten Formen sind im wesentlichen autotroph, aber es gibt auch mixotrophe Arten, die ohne organische Substanz nicht gedeihen können und mitunter massenhaft in organisch verunreinigten Pfützen und Lachen vorkommen. Man findet bei den Volvocaceen alle Übergänge von rein anorganischer zu organischer Ernährungsweise, und gewisse farblose Gattungen leben saprophytisch in faulenden Flüssigkeiten. Einige Formen sind auf bestimmte Mengen organischer Substanz gestimmt und können daher als Indikatoren des Verunreinigungsgrades der Gewässer benutzt werden. Auch aus dem Erdboden sind Formen herauskultiviert worden. Die Volvocaceen sind sehr häufig in flachen Weg- und Walddümpeln zu finden, die bisweilen plötzlich austrocknen können. Sie sind daher imstande, in verschiedener Weise recht schnell Ruhezustände zu bilden.

Mehrere Gattungen sind bis jetzt nur in Europa oder nur innerhalb ganz enger Bezirke gefunden worden, während andere und häufiger vorkommende Gattungen, wie die meisten Süßwasseralgen überhaupt, fast kosmopolitisch verbreitet sind.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der Volvocaceen mit anderen Algengruppen unter den *Protococcoideae* und mit nahestehenden Gruppen unter den tierischen Flagellaten sind schwierig zu bestimmen, zumal gewisse dieser Gruppen, welche mit ihnen unzweifelhaft verwandt sind, sich so sehr differenziert haben, daß sie nicht nur nicht zu derselben

Familie wie sie, sondern nicht einmal zum Pflanzenreich gezählt werden können. In dieser Darstellung sind die Volvocaceen in der Weise begrenzt, daß zu ihnen alle Flagellaten gezählt werden, welche chlorophyllgrüne Chromatophoren haben und jeder Andeutung zur Mundöffnung ermangeln. Infolge hiervon wird die zu Bütschli's *Phytomastigoda* gehörige Gattung *Hymenomonas* von der Familie *Chlamydomonadina* und die Familien *Chrysomonadina*, *Tetramitina*, *Polymastigina*, *Trepomonadina* und *Cryptomonadina* ausgeschlossen. Unter diesen bilden die farblosen und nur zum Teil grünen *Cryptomonadina* den Übergang zu anderen typisch tierischen Flagellaten. *Hymenomonas* und *Chrysomonadina*, außerdem auch *Dinobryina*, bilden eine eigene Serie von braunen Formen, welche mit den Volvocaceen parallel geht und zu den braunen Algen dieselbe Stellung einnimmt wie die Volvocaceen zu den grünen.

Daß die Volvocaceen zu den *Protococcales* zu zählen sind, darüber kann in Betracht der Ähnlichkeit, welche sie mit ihnen in Bau und Entwicklung zeigen, kaum ein Zweifel herrschen. Sie sind als die primitivsten Chlorophyceen zu betrachten, von denen die übrigen Protococcoideen ihren Ursprung genommen haben. Bei den Volvocaceen ist der Schwerpunkt des Lebens in den beweglichen Zustand verlegt, welcher im allgemeinen als das Ursprüngliche zu betrachten sein dürfte, indem teils die einfachsten Organismen, die nur aus Protoplasma bestehen, beweglich sind, teils die höheren Algen sich im embryonalen Zustand (Schwärmzellen und Gameten) beweglich zeigen, teils auch bei den höheren Formen der Algen sich eine Tendenz findet, den Schwerpunkt des Lebens in die unbeweglichen Stadien zu verlegen.

Von den Volvocaceen leitet sich eine Anzahl von Gattungen her, welche zwar den Bau der Zellen beibehalten haben, die aber während der Hauptzeit ihres Lebens auf Beweglichkeit verzichten. Sie werden natürlicher in der folgenden Familie, den *Tetrasporaceae*, eingereiht.

Einteilung der Familie.

Was die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der *Volvocaceae* anbetrifft, so ist es ziemlich klar, daß sie eine einheitliche Reihe bilden, die mit Flagellaten beginnt, aber über deren Niveau in die Region der Algen emporsteigt. Die niedrigsten Volvocaceen sind ohne Zweifel die Polyblepharideen, die meistens noch typischen Flagellatercharakter mit metabolischen Bewegungen usw. zeigen, und die wahrscheinlich mit *Cryptomonaden* in phylogenetischer Verbindung stehen. Ihre systematische Stellung hat gewechselt, und es ist eine persönliche Ansichtssache, ob man sie noch zu den Flagellaten oder bereits zu den Algen stellen will. Die höchste Type ist *Dunaliella*, die sich auch durch ihre Sexualität ausprägt und zu den behüteten *Chlamydomonadineen* hinüberleitet. Vielleicht stellt *Dunaliella* keine ursprünglich primitive, sondern eine sekundär reduzierte Form dar. Die übrigen Volvocaceen besitzen alle eine deutliche Hülle und sind auch durch die geschlechtliche Fortpflanzung, die übrigens noch nicht bei allen Gattungen gefunden ist, charakterisiert. Bei den *Chlamydomonadineen* findet man alle Stadien von Isogamie zu ausgeprägter Oogamie. Mit dieser Unterfamilie sehr nahe verwandt stehen die *Carterioideen*, die sich hauptsächlich durch die Anzahl der Geißeln unterscheiden. Durch abgeflachte Formen wie *Scherffelia* und *Scourfieldia* scheint der Sprung zu den *Phacoteen* nicht weit zu sein. Die kleine Unterfamilie der *Haematococcoideen* wurde bereits von Schmidle und Wollenweber isoliert. Sie umfaßt nur zwei Gattungen, *Haematococcus*, einzeln lebend, und *Stephanosphaera*, koloniebildend, und steht etwas isoliert und wurzelt wahrscheinlich direkt aus den Flagellaten (*Protomastigina*?). Es mag sein, daß auch die von Ehrenberg beschriebene *Chlorogonium*, die ich interimistisch in der Nähe von *Chlamydomonas* eingereiht habe, vielleicht eher ihre nächsten Verwandten in dieser Unterfamilie hat. Von den mehrzelligen *Volvoceae* wird hier *Stephanosphaera* und *Spondylomorom*, die nahe Beziehung zu *Haematococcus* bzw. *Carteria* zeigen, ausgeschlossen, und hierdurch erscheinen die eigentlichen *Volvoceae* einheitlicher. *Gonium* ist hier die einfachste Form mit lose zusammengekoppelten gleichartigen Zellen; *Pandorina* bildet ein phylogenetisches Zwischenglied zwischen *Gonium* und *Eudorina*. Bei den höheren Typen treten die Zellen in festeren Verband, und daneben vollzieht sich eine Arbeitsteilung, die bei *Eudorina* noch fehlt, bei *Pleodorina* angedeutet wird und bei *Volvox*, »der Krone der Schöpfung« in dieser Reihe, durch Trennung in somatische und generative Zellen vollendet ist.

- A. Die Zellen ohne feste Zellmembran I. Polyblepharideae.
- a. Geißeln 6—8 1. Polyblepharides.
- b. Geißeln 5 2. Chloraster.
- c. Geißeln 4.
- α. Alle Geißeln frei 3. Pyramidomonas.
- β. 2 Geißeln frei, die andere teilweise mit dem Zellkörper zusammengewachsen 8. Ulochloris.
- γ. Zellkörper spiralig gewunden 5. Spermatozopsis.
- d. Geißeln 2, ausnahmsweise 3 oder 4.
- α. Zellkörper umgekehrt kegelförmig mit 4 Längsfalten 6. Stephanoptera.
- β. Zellkörper mit 6 Längsfalten 4. Asteromonas.
- γ. Zellkörper spindelförmig, seitlich zusammengedrückt, spiralig gewunden 5. Spermatozopsis.
- δ. Zellkörper oval oder elliptisch 7. Dunaliella.
- ε. Zellkörper von Form einer 4-eckigen Glocke 9. Medusochloris.
- c. Geißel 1 10. Monomastix.
- B. Die Zellen mit deutlicher Membran.
- a. Geißeln 4 III. Carterioideae.
- α. Zellen einzeln lebend.
- I. Zellen rund, oval oder eiförmig 18. Carteria.
- II. Zellen zusammengedrückt.
1. Zellen von der Seite schief 19. Platymonas.
2. Zellen von der Seite bikonvex (linsenförmig) 20. Scherffelia.
- β. Mehrzellig, von 16 (selten 4—8) lose verbundenen Zellen bestehend, ohne gemeinsame Gallerthülle 21. Spondylomorum.
- b. Geißeln 2.
- α. Protoplast mit Pseudopodien und von einer weit abstehenden äußeren Hülle umgeben V. Haematococcoideae.
- I. Zellen einzeln 26. Haematococcus.
- II. Zellen gewöhnlich zu 8 innerhalb der Hülle 27. Stephanosphaera.
- β. Protoplast ohne Pseudopodien.
- I. Zellen einzeln lebend, keine Kolonie bildend.
1. Membran weich, ± dick II. Chlamydomonadeae.
- × Zellen rund, oval oder eiförmig 11. Chlamydomonas.
- ×× Zellen spindelförmig 12. Chlorogonium.
- ××× Zellen mit 4 schnabelförmigen Fortsätzen 13. Brachiomonas.
- ×××× Zellen mit Warzen oder Loben auf der Haut 14. Lobomonas.
- ××××× Zellen tonnenförmig 15. Agloë.
- ×××××× Zellen stark abgeflacht 16. Scourfieldia.
- ××××××× Zellen schlank eiförmig, das Vorderende von oben gesehen breit abgestutzt, von der Seite keilförmig verschmälert 17. Sphenochloris.
2. Mit ziemlich dicker und fester Hülle, welche aus 2 Klappen besteht oder bei der Teilung sich in 2 solche spaltet IV. Phacoteae.
- × Zellen mit einer breiten Flügelkante 22. Pteromonas.
- ×× Zellen mit 2 bis mehreren längsverlaufenden Rippen 25. Scotiella.
- ××× Zellen ohne Flügelkante 23. Cocomonas.
- ×××× Membran verkalkt mit skulptierter Oberfläche 24. Phacotus.
- II. Mehrzellige Individuen — Kolonien — von bestimmter Form und mit einer gemeinsamen Gallerthülle VI. Volvoceae.
1. Kolonien tafelförmig, von einer dichtliegenden Gallerthülle umgeben.
- × Die Einzelzellen mit ihren Vorderenden alle nach einer Tafelseite gekehrt 28. Gonium.
- ×× Die Einzelzellen mit ihren Vorderenden abwechselnd nach der einen oder der anderen Tafelseite gekehrt 29. Platydorina.
2. Kolonien oval oder kugelig.
- × Einzelzellen innerhalb der weiten Gallerthülle peripherisch in zwei äquatorialen Gürteln alternierend angeordnet 30. Stephanoon.
- ×× Einzelzellen zu Hohlkugeln oder zu maulbeerartigen Kolonien vereinigt.
- △ Die Einzelzellen im vegetativen Zustand alle gleichartig.
- † Die Kolonien maulbeerartig aus 16 (bisweilen 8 oder 32) dicht zusammengedrängten kantigen Zellen bestehend 31. Pandorina.

- †† Die Kolonien bestehen aus 32 (selten 16 oder 64) etwas zerstreut liegenden runden Zellen 33. *Eudorina*.
 △△ Die Einzelzellen in somatische und generative deutlich differenziert.
 † Die Kolonien bestehen aus verhältnismäßig wenigen Zellen, nicht über 128, keine somatische Zellen in dem generativen Teil der Kolonien 34. *Pleodorina*.
 †† Kolonien aus vielen Zellen, 200—50 000, mit somatischen Zellen in dem generativen Teil der Kolonien 35. *Volvox*.

C. Die eingeißeligen Zellen locker zu maulbeerförmigen Kolonien vereinigt

32. *Mastigosphaera*.

I. Polyblepharideae.

Die Zellen leben einzeln, haben 1—8 von Basalkörnern getragene, verhältnismäßig dicke Geißeln und sind nur von einer ± derben Hautschicht, aber nicht von einer Zellulosemembran umgeben. Ein Augenfleck ist meistens vorhanden, kann aber auch fehlen. Deutliche Metabolie, die von der Außenwelt, wie Änderung des Salzgehalts der umgebenden Flüssigkeit usw., abhängt. Die Zellen vermehren sich durch Längsteilung in beweglichem Zustande. Dadurch wird die äußere Hautschicht mit geteilt, und die beiden Tochterzellen erhalten je die Hälfte der vorhandenen Geißeln; die andere Hälfte wird ergänzt. *Palmella*-Stadien und Aplanosporen vorhanden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten ist bei *Dunaliella* bekannt; bei *Pyramidomonas* sind die zu beweglichen Zygozoosporen verschmelzenden Gameten entweder gleichartig oder von verschiedener Größe.

1. **Polyblepharides** Dangeard in Ann. Sc. nat. Sér. VII, (1888) 155 (Fig. 23 N—P). Zellen oval bis birnförmig, im Vorderende etwas abgestumpft, nach hinten ± verschmälert, mit 6—8 dicht zusammenstehenden Geißeln am vorderen Ende. Die Zellhaut ist sehr dünn und anliegend. In der Mitte der Zelle ein Zellkern, im hinteren Ende ein Pyrenoid; der rote Augenfleck befindet sich an der Grenze des Chromatophors, und in der Nähe der Geißeln sind 1 oder 2 kontraktile Vakuolen. Die Individuen teilen sich, nachdem die Geißeln eingezogen sind, der Länge nach in zwei Tochterzellen. Die Akineten sind dickwandig, und aus jedem entsteht bei der Keimung nur ein neues Individuum. Gameten und Zygozoosporen sind noch unbekannt.

Nur 1 sehr unvollständig bekannte Art, *P. singularis* Dang., im Süßwasser in Frankreich.

2. **Chloraster** Ehrenberg in Monatsber. Berl. Akad. (1848) 133—237 (Fig. 24 A). Zellen spindelförmig oder umgekehrt kegelförmig, viereckig oder mit 4 kontraktilen Lappen versehen, am Vorderende mit 5 Geißeln, von denen die eine von den übrigen vier gleichwie von einem Kranze umgeben ist. Hülle fehlend. Ein roter Augenfleck im vorderen Ende. Vermehrung, Kopulation und Zygozoosporen nicht bekannt.

Nur 1 Art, *C. gyraus* Ehrb. Sowohl in Süß- als auch in Salzwasser in Europa.

3. **Pyramidomonas** Schmarida in Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien Bd. I Abt. II (1850) (Fig. 24 B). — Von voriger (mit welcher sie vielleicht zu vereinigen ist) dadurch abweichend, daß sie infolge von 4 Längsfurchen 4rippig oder 4kantig ist und am Vorderende 4 gleich lange Geißeln hat. (Ausnahmsweise kommen 6 oder 8 Geißeln vor.) Chromatophor kelchförmig, 4- oder 8lappig, am Grunde ein Pyrenoid mit Stärkehülle. 2 oder 4 kontraktile Vakuolen an der Basis der Geißeln. Stigma vorhanden oder fehlend. Vermehrung durch sukzedane Längsteilung. Aplanosporen rund, stachelig; Palmellisation bekannt.

11 Arten in Süß- und Meereswasser in der Alten und Neuen Welt. Die kürzlich beschriebene *P. Nadsoni* Skwortzow gehört nicht zu *Pyramidomonas*.

Laut brieflicher Mitteilung von Professor A. Korschikoff hat er neulich bei einer vor kurzem beschriebenen Art, *P. reticulata* Korsch., Kopulation von zwei ± gleichartigen Individuen zu einer Zygozoospore beobachtet. Die Zygoten bilden bei der Keimung 4 neue Individuen.

4. **Asteromonas** Artari in Pringsh. Jahrb. Bd. 52 (1913) 455 (Fig. 23 A—C). — Zellen im Umriß birnförmig, bisweilen seitlich zusammengedrückt, mit 6 Längsfalten und im Querschnitt einen sechsstrahligen Stern bildend. Die Rippen können sich bisweilen längsschraubig drehen. Am Vorderende mit 2 langen Geißeln. Von der vorhergehenden Gattung unterscheidet sich *Asteromonas* hauptsächlich durch 6 Chromatophorenklappen und den am vorderen Körperende gelegenen Augenfleck sowohl als die Anzahl der Geißeln. Pyrenoid vorhanden oder fehlend. Vegetative Vermehrung durch Längsteilung von oben nach unten in zwei Teile in beweglichem Zustande. Sexuelle Fortpflanzung unbekannt.

3 Arten, *A. gracilis* Artari in stark konzentrierten Salzseen in der Krim; beim Übertragen in

schwächere Lösungen schwillt diese Alge kugelförmig an, und der Chromatophor faltet sich auseinander und wird hohlkugelig. *A. phacus* Pascher und *A. octostriata* Pascher im Brack- und Meereswasser, oft mit faulenden Algen zusammen.

5. *Spermatozopsis* Korschikoff in Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXXI (1913) 174. (Fig. 23 F—J). — Die lange, nackte, von den Seiten etwas zusammengepreßte Zelle ist derartig gewunden, daß sie fast eine ganze Windung einer stark auseinandergezogenen Spirale bildet. 2 oder 4 Geißeln und im vorderen Ende mit einem ovalen Augenfleck und 2 pulsierenden Vakuolen. Ein plattenförmiger Chromatophor, welcher sich der konvexen

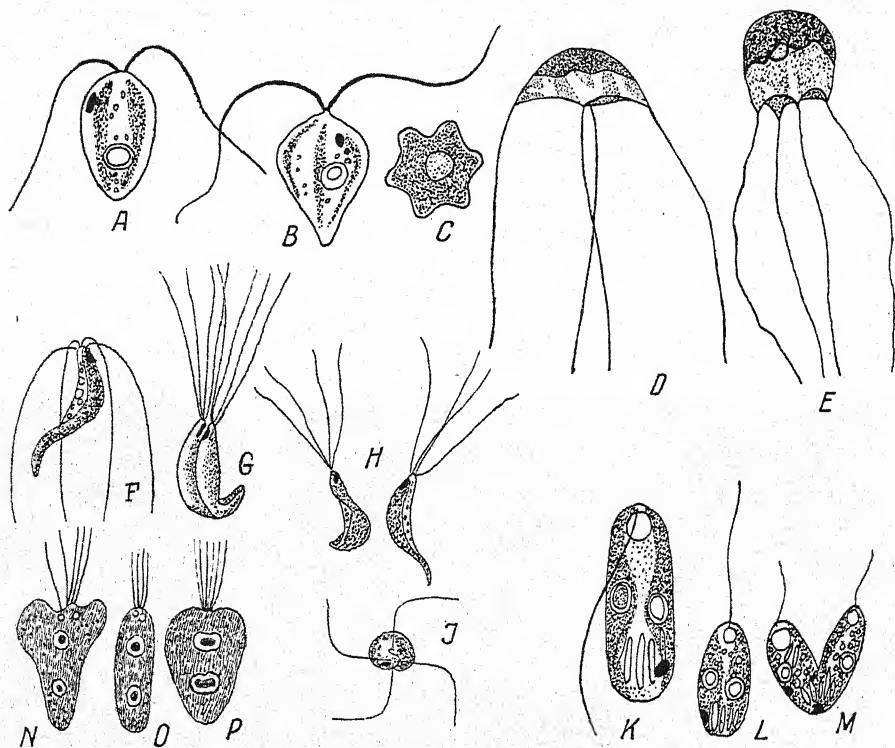


Fig. 23. A—C *Asteromonas gracilis* Artari. A, B Von der Seite; C Querschnitt, etwas schematisiert. — D, E *Medusochloris phiale* Pascher. D In aufgeklapptem, E in zusammengeklapptem Zustande. — F—J *Spermatozopsis exsultans* Korsch. F Allgemeines Aussehen; G im Beginn der Teilung; H Ende der Teilung; J ein Individuum von oben gesehen. — K—M *Monomastix opisthostigma* Scherffel. K, L 2 verschiedene vegetative Zellen; M Teilung von vorn her fortschreitend. — N—P *Polyblepharides singularis* Dang., 3 Individuen. (A—C nach Artari, A, B 750/1, C 1000/1; D, E nach Pascher; F—J nach Korschikoff; K—M nach Scherffel, K 1000/1, L, M 750/1; N—P nach Dangeard.)

Seite entlang zieht und fast bei der Basis der Geißeln endet. Pyrenoid fehlt. Längsteilung in beweglichem Zustande. Befruchtung und Ruhestadium unbekannt.

1 Art, *S. exsultans* Korsch. in Süßwasser in Rußland, Böhmen und Norwegen.

6. *Stephanoptera* Dangeard in Cpt. Rend. Acad. Sc. Paris, Vol. CLI (1910) 991. Die Zellen umgekehrt kegelförmig mit $4 \pm$ hervortretenden Längsrippen und am Vorderende mit einem roten Augenfleck. 2 Geißeln von Körperlänge, sehr selten sind 3 oder 4 Geißeln wahrgenommen. Chromatophor glockenförmig mit Pyrenoid. Vermehrung durch Längsteilung in zwei gleich große Individuen. Die Teilung beginnt wie eine Einschnürung am Vorderende und schreitet allmählich rücklings. Der Autor beschreibt außerdem eine Teilung in zwei ungleich große Tochterindividuen, deren Natur noch unsicher ist. Aplanosporen kugelförmig mit dicker Membran.

1 Art, *S. Fabreae* Dangd. in Kulturschalen mit stark konzentriertem Salzwasser in Concarneau, Bretagne, gefunden.

7. **Dunaliella** Teodoresco in Beih. Bot. Cbl. Bd. 18, I (1905) 230 (Fig. 25 A—E). (Arten sind beschrieben unter den Namen: *Haematococcus* Dunal, Extrait d'un Mém. sur les Algues qui colorent en rouge etc. in Ann. Sc. naturelles 2 Sér. Tome 9, Botanique [1883] 174; *Protococcus* Dunal, l. c. 173, Montagne, Coloration des eaux de la Mer in Ann. Sc. naturelles, 3. Sér. Botanique, Tome 6 [1846] 267; *Monas* Joly, Hist. d'un petit Crustacé in Ann. Sc. naturelles, 2 Sér. Zoologie, Tome 13 [1840] 273, Pl. 8, Fig. 5; *Diselmis* Dujardin, Hist. Nat. Zoophyt. Paris 1841, 343; *Chlamydomonas* Cohn in Hedwigia, Bd. 4 [1865] 96; und *Sphaerella* Hansg., Prodr. Algenfl. Böhmen [1886—88] 105.) — Zellen einzeln lebend, oval oder elliptisch, ohne Zellulosehaut, metabolisierend, mit 2 langen Geißeln. Die Zellen von einer dicken Gallerthülle umgeben. Im vorderen, hyalinen Teil der Zelle ein Zellkern, im hinteren ein glockenförmiger oder beinahe halbkugelförmiger Chromatophor, welcher ein großes Pyrenoid einschließt. Hämatochrom vorhanden oder fehlend. Stigma fehlend oder lateral etwas vor der Mitte der Zoosporen. Kontraktile Vakuolen nicht vorhanden. Vegetative Vermehrung durch Längsteilung während der Bewegung und durch ein *Palmella*-Stadium. Aplanosporen kommen vor. Befruchtung durch Kopulation von Gameten ohne hervortretenden Geschlechtsunterschied und die sich von den gewöhnlichen Zoosporen in nichts unterscheiden. Vielleicht können unter gewissen Umständen auf bisher unaufgeklärte Weise Mikrogameten entstehen. Bei der Keimung der dünnwandigen, mit kleinen Höckern versehenen Zygoten entstehen meist 4, seltener 2, 3 oder 7—8 Zoosporen.

Es sind 2 Arten beschrieben, die rote *D. salina* (Dun.) Teodor. und die grüne *D. viridis* Teodor. in Salinen. Wahrscheinlich gehören jedoch die beiden Arten in einen Formenkreis.

Folgende Gattungen von mehr unsicherer systematischer Stellung führe ich intermitstisch hier auf; einige sind noch unvollständig bekannt und ziemlich zweifelhaft.

8. **Ulochloris** Pascher in Arch. f. Protistenkd. Bd. 38 H. 2 (1916) 191. — Zelle nackt, dreieckig, vorn fast spitz zusammenlaufend, basal breit abgerundet, von der Seite zusammengedrückt und im Umriss gestreckt eiförmig. In jeder Zelle ein großer Chromatophor, der die beiden Schmalseiten breit auskleidet, auf den Breitseiten so tief eingeschnitten ist, daß hier eine helle Zone frei bleibt. Der Chromatophor besteht so eigentlich aus seitlich gelagerten rinnenförmigen Hälften, die mit einer basalen Brücke zusammenhängen. Zellkern zentral. Pyrenoid, Stigma und pulsierende Vakuolen fehlen. Geißeln 2 freie, ziemlich lange. Längs der schmalen Ränder, von der Spitze zum Basalende, laufen zarte undulierende Säume, die sich an den freien, abstehenden Hinterenden außerdem je in eine feine Geißel fortsetzen. Die letzten Geißeln stammen angeblich auch aus den Vorderenden der Zellen, sind aber eine Strecke mit dem Rande der Seitensäume zusammengewachsen. Vermehrung durch Längsteilung.

1 Art, *U. oscillans* Pascher im Meereswasser, Nordsee. Sapro.

9. **Medusochloris** Pascher in Biolog. Cbl. Bd. 37 (1917) 421 (Fig. 23 D, E). — Zellen nackt, von der Form einer ziemlich gewölbten Schale, die annähernd einem Hohlkugelabschnitt entspricht, mit viereckigem Rande, aber sonst sehr metabolisch. Der konvexen Seite der Schale liegt ein großer grüner, an den muldenförmigen Rändern unregelmäßig gelappter Chromatophor an, der aber die Schalenwand in einem breiten Ring frei und klar läßt. Pyrenoid und kontraktile Vakuolen fehlen. Stigma vorhanden. Der Zellkern liegt in der Nähe der Mitte des muldenförmigen Chromatophoren. An jeder der etwas ausgezogenen Ecken der Zelle sitzt eine zarte Geißel. Die Bewegung geschieht doch hauptsächlich durch rhythmische Kontraktionen der Zelle. Vermehrung durch direkte Längsteilung in zwei Hälften.

1 Art, *M. phiale* Pascher in der Ostsee bei Warnemünde, in kleinen mit faulenden Algen ausgefüllten Lachen.

10. **Monomastix** Scherffel in Arch. f. Protistenkd. Bd. 27 (1912) 94 (Fig. 23 K—M). Zellen freischwimmend oder sie liegen in einer formlosen voluminösen Gallertmasse, metabolisch, oval, zylindrisch, birn- oder eiförmig, meistens dreimal länger als breit. Vorderende farblos, mit einer großen, kontraktilen Vakuole, manchmal deutlich schief abgeschrägt oder ausgerandet, mit einer einzigen, etwa mehr als körperlangen Geißel. 2 seitenständige, anliegende, große, grüne Chromatophoren mit je einem, einander gegenüberliegendem Pyrenoid. Stigma abgerundet im hinteren Teil der Zelle. Im hinteren Körperteil zahlreiche, längs angeordnete, stäbchenförmige Trichozysten. Vermehrung

durch Längsteilung oder Sprossung. Dauerzellen kugelig, morgensternförmig, dickwandig, mit höcker-stachelförmigen Verdickungen.

1 Art, *M. opisthostigma* Scherffel in Torfsümpfen in Ungarn gefunden.

II. Chlamydomonadeae.

Die Zellen leben einzeln, haben 2 Geißeln und sind von einer weichen, ± dicken Zellmembran umgeben, welche metabolische Formveränderungen fast ausschließt. Vermehrung durch Längs-, Quer- oder schiefe Teilung der vegetativen Zellen oder in einem *Palmella*-Stadium. Bei der Teilung werden die Geißeln mit der zurückbleibenden Membran verloren, und die Geißeln der Tochterzellen müssen alle neu gebildet werden. Fortpflanzung durch Kopulation von Gameten, die in dieser Gruppe einen Aufstieg von Isogamie zur Oogamie zeigen.

11. **Chlamydomonas** Ehrenberg, Infus. (1833) 64 (Fig. 18, 19). (Arten sind beschrieben unter den Namen: *Monas* O. F. Müller, *Animale. infus. fluv. et mar.* [1780] 7, T. I; *Uredo* Bauer in *Quart. Journ. of Lit. Sc. and Arts*, Vol. VII [1819] 222; *Protococcus* Agardh, p. p. *Systema Algarum* [1824] 13; *Sphaerella* Sommerfelt p. p., *Om den røde Snee in Magaz. for Naturvidensk.* Bd. 4 [1824] 249; *Palmella* Hooker in *Appendix to Parry's sec. Voyage* [1825] 328; *Coccochloris* Sprengel ex parte, *System. Vegetabilium*, Vol. IV, 1 [1827] 373; *Cocophyllum* Link., *Handb. III* [1833] 342, Nr. 2; *Diselmis* Dujardin, *Hist. Natur. des Zoophytes* [1841] 342, 343; *Discera* Vogt in Agassiz, *Geol. Alpenreise* [1844] 236; *Gloiococcus* Schuttleworth, *Nouv. Observ. sur la Matière color. de la Neige rouge in Bibl. Univ.* XXV. [1849] 405; *Hyssinum* Perty p. p. *Zur Kenntn. kleinst. Lebensformen* [1852] 95, Tab. XIII; *Cryptoglena* Carter p. p. in *Ann. Nat. Hist.* [1859]; *Chlamydococcus* A. Braun nach F. Cohn in *Rabenhorst, Algae Exsiccatae* [1861] Nr. 1141; *Gloeocystis* Magnus in *Berichte über die Ostsee-Exped. „Pommerania“* [1873] 80; *Acanthococcus* Lagerheim p. p. *Bidrag till Sveriges Algflora in Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akad. Förhandl.* [1883] No. 2, 62; *Corbiera* Dangeard, *La Sexualité chez quelq. Algues infér. in Journ. de Botanique*, T. 2 [1888] 384; *Chloromonas* Gobi in *Scripta botan. Horti Univ. Imper. Petropol. Fasc. XV* [1899] 252; *Dangeardia* (*Dangeardinia*) Bougon, *Famille des Chlamydomonadees in Le Micrographe préparat.* Vol. VIII, IX [1900—1901] 65; *Isococcus* Fritsch, *Notes on Brit. Flagellates I in New Phytologist* XIII [1914] 341, Fig. 1; endlich sind einzelne Arten unter den Namen *Glenomorum* Schmarda, *Microglena* Ehrb. und *Pleurococcus* Cienk. beschrieben worden.) — Zellen rundlich, oval oder eiförmig. Zellwand auswendig glatt, dicker oder dünner, vorn mit zwei Löchern, wodurch die zwei Geißeln hervorragen. (Nach Spargo können bisweilen 4geißelige Individuen auftreten.) Der Zellkörper ohne Pseudopodien, mit oder ohne kontraktile Vakuolen in dem vorderen Ende. Stigma kann fehlen oder vorhanden sein. Der Chromatophor ist einfach oder aus mehreren getrennten Teilen bestehend, ohne oder mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Vermehrung in der Ruhe nach Abstoßen der Geißeln durch Längs- oder Querteilung in gewöhnlich 2—8 Tochterzellen, die durch Verschleimung oder Zerreißen der alten Zellwand frei werden. Gameten, die bis 64 in einer Zelle entstehen, sind gewöhnlich nackt, bei gewissen Arten, z. B. *Ch. media* Klebs, mit einer Membran umgeben; sie sind häufigst Isogameten, aber bei einigen, z. B. *Chl. monadina* Stein u. a., eine deutliche Heterogamie. Es gibt wahrscheinlich auch *Chlamydomonas*-Arten, die sich ausschließlich durch vegetative Vermehrung reproduzieren und bei denen Geschlechtsverlust eingetreten ist. Aplanosporen (z. T. = *Acanthococcus* Lagerh.) und *Palmella*-Stadium (z. T. = *Gloeocystis* Nägeli) kann vorkommen. Zygoten mit Stacheln, Warzen oder ähnlicher Wandskulptur. Vegetative Zellen, Zygoten, Aplanosporen und *Palmella*-Stadien, bisweilen von Hämatochrom gefärbt.

Sekt. I. *Chloromonas* (Gobi in *Scripta botanica Horti Univ. imper. Petropol. Fasc. XV*, 1899 bis 1900) Wille in *E. P.* 1. Aufl. Nachtr. I, 2, 1909, 18. Die Zellen ohne Pyrenoide, Membran deutlich. Mit oder ohne 2 kontraktile Vakuolen an der Basis der Geißeln. Z. B. *Ch. globulosa* Perty, *Ch. reticulata* Gorosch.

Sekt. II. *Euchlamydomonas* Wille, l. c. 18. (inkl. *Chlorogoniella* Schmidle). Zellen mit 1 bis mehreren Pyrenoiden, Membran deutlich, mit 2 bis mehreren kontraktile Vakuolen an der Basis der Geißeln. Z. B. *Ch. Reinhardi* Dang., *Ch. Ehrenbergii* Gorosch., *Ch. monadina* Stein.

Ca. 150 Arten über die ganze Welt verbreitet, sowohl im Süß- wie Brack- und Meerwasser. *Ch. nivalis* (Bau.) Wille (= *Sphaerella nivalis* Sommf.) bildet den bekannten »roten Schnees«. *Ch. fungicola* Puymaly als Luftalge auf *Lenzites*.

12. *Chlorogonium* Ehrenberg, Infusionsth. (1830) (Fig. 24 C—H). (*Cercidium* Dan-geard, Recherches sur les Algues inférieures in Ann. Sc. natur. Ser. VII, T. VII, [1888] 120; *Chlamydomonas* Wille p. p. in E. P. I, Abt. 2, Nachtr. [1909] 18; *Dyas* Ehrbg. [individua copulantis] und *Glenomorum* Ehrb.) — Zellen spindelförmig mit 2 Geißeln an dem weit ausgezogenen Vorderende; die Hülle ist sehr dünn und dicht anliegend; Chromatophor undeutlich begrenzt. Pyrenoid kann fehlen oder 1—2—mehrere in jeder Zelle. Der Augenfleck im vorderen Teil. 2 bis zahlreiche Vakuolen über die ganze Zelle verteilt. Vermehrung durch Querteilung, aber die 4—8 Tochterzellen wachsen aneinander vorbei. Die Mutterzelle bleibt bis zu deren Austritt mit ihren Geißeln beweglich. Gameten werden 8—16—32 in jeder Zelle durch sukzessive Querteilungen und bei Beibehaltung der Geißeln des

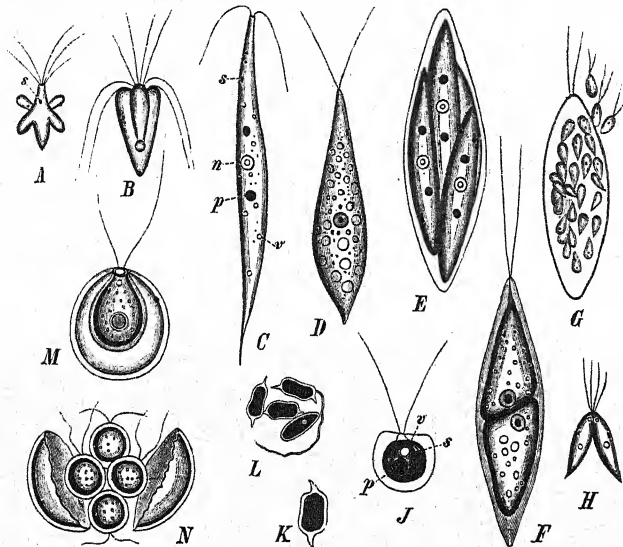


Fig. 24. A *Chloraster gyrans* Ehrb. Ein Individuum, welches 4 keulenförmige Protoplasmavorsprünge hervorgestreckt hat, s roter Augenfleck. — B *Pyramidomonas tetrahynchus* Schmarada. — C—H *Chlorogonium euchlorum* Ehrb. C Schmale, D breitere Form, n Zellkern, p Pyrenoid, s roter Augenfleck, v Vakuole; E 4 Tochterindividuen, durch sukzessive Teilungen gebildet; F beginnende Gametenbildung; G fertige Gameten, ausschwärmend; H Kopulation von Gameten (650/1). — I—L *Pteromonas angulosa* (Cart.) Lemmings. J Ein Individuum von vorn, K eins von der Seite gesehen; L 4 Tochterindividuen, durch Teilung entstanden und dadurch frei werdend, daß die Hülle der Mutterzelle in 2 Klappen gesprengt wird (480/1). — M, N *Coccomonas orbicularis* Stein. M Ein vegetatives Individuum in seiner Hülle von vorn gesehen; N ein Teilungsstadium, bei dem die Hülle der Mutterzelle in 2 Klappen gesprengt ist und die freien Individuen, welche von dichtanliegenden Hüllen umgeben sind, ausschwärmen (650/1). (A—H, M, N nach Stein; J—L Original)

Mutterindividuum gebildet. Eine Kopulation findet zwischen gleich großen oder zwischen größeren und kleineren Gameten statt. Die Zygote ist rund, rot gefärbt. Bei der Keimung entstehen 4 im Anfang rot gefärbte, später eine grüne Farbe annehmende Individuen.

9 Arten, z. B. *Chl. bernardinense* Chodat, *Chl. elegans* Playfair, *Chl. minimum* Playfair, *Chl. Steinii* Playfair, *Chl. tetragonum* Bohlin, in süßem Wasser wohl über die ganze Welt.

13. *Brachiomonas* Bohlin in Öfvers. kgl. Vet. Akad. Förhdl., Stockholm (1897) 510 (Fig. 26 C, D). — Zellen einzeln lebend, schmal, nach hinten konisch zugespitzt, vorn mit 4 schnabelförmigen, leicht zurückgebogenen oder geradeaus gerichteten Armen. Membran zart, aber deutlich hervortretend, der Zellkörper mit einem Pseudopodium in jeden Arm hineinstechend. Die 2 Geißeln gehen von einer deutlichen, farblosen Papille aus. Ein lineares Stigma vorhanden, kontraktile Vakuolen fehlen. Chromatophor mantelförmig mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Längs- und Querteilungen in 4—8 (selten nur 2) Tochterzellen im beweglichen Zustande unter Beibehaltung der Geißeln. Aplanosporen und *Palmella*-Stadium vorhanden. Die Gameten nackt, ungefähr von der Gestalt der Zoosporen, aber viel kleiner und einfacher, bis 32 in einer Mutterzelle entstehend, mit

schwachem Geschlechtsunterschied. Die Zygote kugelig, glatt. Durch Austrocknen zieht sich der Protoplast zusammen, und die zentrale Masse umgibt sich mit einer dicken Membran, welche deutlich Zellulosereaktion zeigt. Diese ruhenden Cysten können vollkommenem Austrocknen gut widerstehen.

4 Arten, *B. submarina* Bohl., *B. gracilis* Bohl., *B. Westiana* Pascher und *B. simplex* Hazen, sind beschrieben aus Brackwasser in Europa und Amerika. Der erstgenannte, der wegen seiner großen Variationsbreite vielleicht mit *B. gracilis* identisch ist, ist auch aus Süßwasser in England bekannt.

14. **Lobomonas** Dangeard in Le Botaniste T. VI (1899) 115 (Fig. 26 E—K). — Zellen einzeln lebend, ei-birnförmig, mitunter recht unregelmäßig. Membran ± dick, mit großen, ± regelmäßig kegelförmigen Warzen oder Loben bedeckt, die entweder nur am Hinterende oder an der ganzen Oberfläche sitzen. An der Basis der 2 Geißeln befinden sich

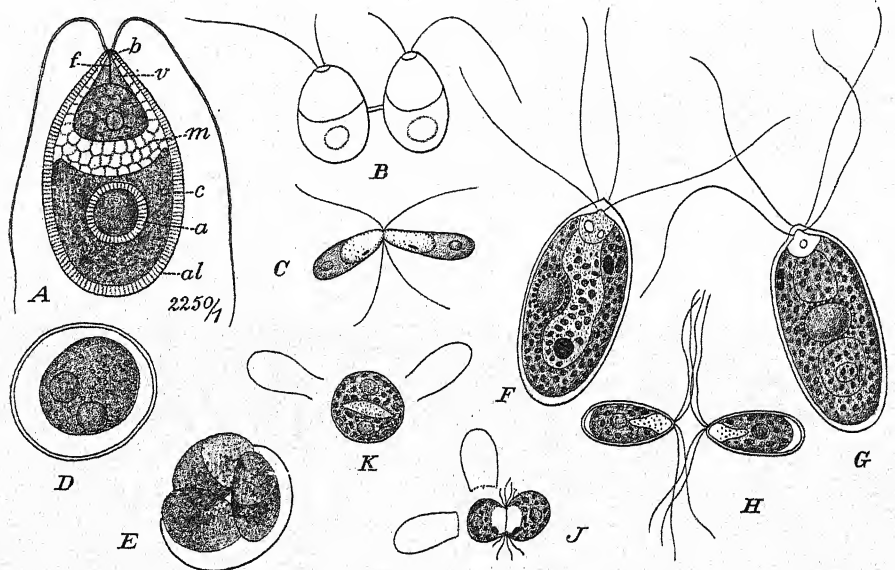


Fig. 25. A—E *Dunaliella salina* (Dun.) Teodor. A Vegetatives, fixiertes Individuum; a Stärke um das Pyrenoid, al äußere Protoplasmaschicht, c Chromatophor, m protoplasmatisches Maschenwerk, f Verbindungsfaden zwischen Kern und Geißelbasis, v Verbindungsstück, b Basalkörper (vergr. 2250/1). B Zoospore in der Teilung. C Kopulierende Gameten. D Reife Zygote. E Keimung der Zygote. — F—K *Carteria obtusa* Dill. F, G Vegetative Individuen. H—K Kopulationsstadien. (A nach C. Hamburger; B—E nach Teodoresco; F—K nach Dill.)

2 (selten mehrere) kontraktile Vakuolen. Ein stabförmiges Stigma vorhanden. Der Chromatophor muldenförmig mit 1 Pyrenoid. Bei der Vermehrung, die in einem Ruhestadium erfolgt, ist die erste Teilung wahrscheinlich eine Längsteilung, die aber durch Rotation des Protoplasts innerhalb der Membran ± (bis zur Querrichtung) verschoben werden kann. Es bilden sich 2 oder 4 Tochterzellen. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

5 ziemlich unvollständig bekannte Arten: *L. rostrata* Hazen (= *L. denticulata* Korschikoff = *Tylomonas irregularis* Korschikoff), *L. Francei* Dang., *L. stellata* Chod. und *L. ampla* Pascher in Süßwasser in Europa und Amerika. *L. bernardinensis* Chodat, im Hochgebirge in der Schweiz, besitzt viele kontraktile Vakuolen. Die von Hazen beschriebene *Lobomonas pentagonia* gehört zur Gattung *Diplostauron*.

15. **Agloë** Pascher in Hedwigia LII (1912) 276 (Fig. 26 L, M). — Zellen zylindrisch bis tonnenförmig mit ellipsoidisch-wälzlichem, beiderseits abgerundetem Körper, deutlicher, doch nirgends abstehender Membran, mehreren teilweise apikalen, teils basalen kontraktilen Vakuolen. Stigma vorhanden oder fehlend. Chromatophor in Form zweier mit ihren Grundflächen aufeinandergesetzter, in der Längsrichtung des Protoplasten orientierter, stark gestutzter Hohlkegel, Querwand stark verdickt (einer Äquatorial mit einer stark verdickten Scheidewand versehenen, beiderseits stark zusammengebogenen hohlen Röhre), so daß der Chromatophor im optischen Längsschnitt die Form eines H hat. In

der Querwand liegt das relativ große, kugelige Pyrenoid. Kern entweder im hinteren oder vorderen Hohlraum des Protoplasten, meist zur Seite gerückt. Geißeln 2, körperlang. Vermehrung durch Längsteilung. Fortpflanzung und Cysten unbekannt.

Wahrscheinlich etwa 10 Arten; z. B. *A. biciliata* Pascher, *A. cylindrica* (Chodat) Pascher (= *Chlamydomonas cylindrica* Chodat) im Süßwasser; *A. silvicola* (Chodat) Pascher in der Bodenflora des Nadelwaldes, bisher nur aus Europa bekannt.

16. **Scourfieldia** G. S. West in Journ. of Bot. L (1912) 326 (Fig. 26 A, B). (*Cardiomonas* A. A. Korschikoff in Journal de Microbiologie, T. III, 1916, Petrograd.) — Die Zellen klein, freischwimmend, stark abgeflacht. Von vorn gesehen meistens breit oval-elliptisch, mit einem apikalen Einschnitt und 2 sehr langen Geißeln, Hinterende breit abgerundet. Von der Seite gesehen schmal oval, mit parallelen Seiten und abgerundeten Enden. Chromatophor einfach, glockenförmig, zusammengedrückt, ohne Pyrenoid. 1 zen-

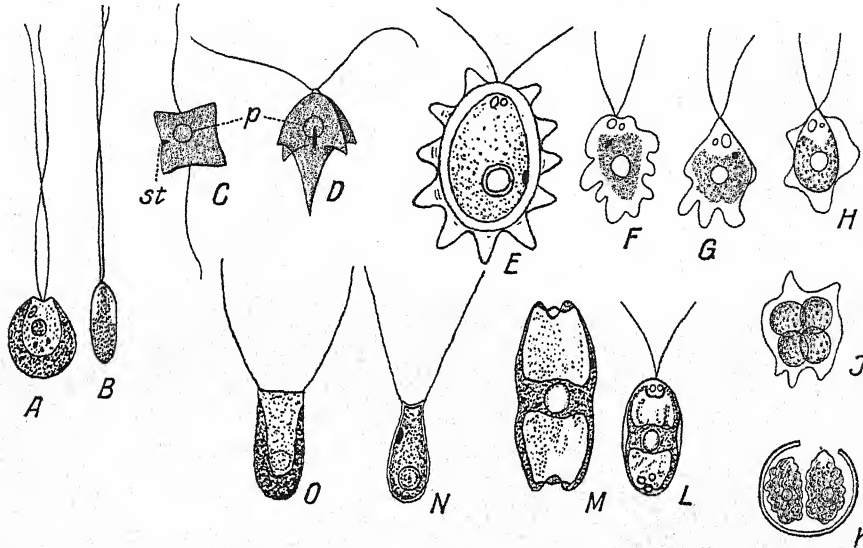


Fig. 26. A, B *Scourfieldia complanata* G. S. West. A Von der Breitseite, B von der Schmalseite gesehen. — C, D *Brachymonas submarina* Bohl. C Von oben, D von der Seite gesehen. — E *Lobomonas stellata* Chod. — F–K *L. Francei* Dang. F, G Schwärmende Individuen; J, K Teilungsstadien; H junges Individuum. — L, M *Agloë biciliata* Pascher. L Schwärmendes Individuum; M Chromatophor mit Pyrenoid. — N *Sphenochloris urceolata* (Printz) Pascher. — O *Sph. Printzii* Pascher. (A, B nach West, 2000/1; C, D nach K. Bohlén, 600/1; E nach Chodat; F–K nach P. Dangeard, 1000–1100/1; L, M, O nach Pascher, L 900–1000/1, M 2000/1; N nach Printz, 780/1.)

traler Kern, aber kein Stigma. Vakuolen vorhanden oder fehlend. Vermehrung durch Längsteilung in 2 Tochterzellen, die je eine der alten Geißeln erhält, während die andere neugebildet wird. Bewegung rückwärts!

3 Arten, *S. complanata* G. S. West (= *Cardiomonas caeca* Korschikoff), *S. cordiformis* Takeda und *S. quadrata* Pascher aus Süßwasser in Europa. Systematische Stellung sehr zweifelhaft; vielleicht gehört sie in die Familie *Nephroselmidaceae*.

17. **Sphenochloris** Pascher in Archiv für Protistenkunde, Bd. 45, H. 2 (1922) 267 (Fig. 26 N, O). (*Chlamydomonas* Printz p. p., Kristianiatriaktens Protococcoideer in Videnskapselskapets Skr., Mat.-Nat. Kl. 1913, 19, Tab. I, Fig. 1.) — Zellen schlank eiförmig bis halb elliptisch, mit breit abgerundetem Basalende. Das Vorderende ist nicht spitz oder verschmälert, sondern breit abgestutzt, die Zelle selber nach vorn keilförmig verschmälert, so daß zweierlei Ansichten der Zelle zustande kommen, eine mit breit abgestutztem, bisweilen ausgerandetem Vorderende und eine sehr spitze seitliche. Geißeln 2, gleich lang, von etwas mehr als Körperlänge, an den Ecken der Vorderkante inseriert. Diese Vorderkante selber verläuft allem Anschein nach nicht ganz gerade, sondern mehr in der Form einer leichten ~ Krümmung. Der Protoplast ist der typische der Chlamydomonadeen mit krugförmigem Chromatophor, zentralem Kern, basalem Pyrenoid, mit oder ohne Stigma

und 2 vorn gelegenen kontraktilen Vakuolen. Membran deutlich. Vermehrung durch Längsteilung der Protoplasten. Geschlechtliche Fortpflanzung und Sporen unbekannt. 2 Arten, *Sph. Printzii* Pascher und *Sph. urceolata* (Printz) Pascher (= *Chlamydomonas urceolata* Printz) im Süßwasser in Europa.

III. Carterioideae.

Zellen einzeln, oder in bestimmt geformten Kolonien, von sehr verschiedener Form, kugelförmig, eiförmig, ellipsoidisch oder fast herzförmig, mitunter stark zusammengedrückt, immer mit 4 gleichlangen Geißeln versehen. Chromatophor entweder parietal und glockenförmig oder zwei seitlich symmetrisch gelagerte Platten. Pyrenoid und Stigma vorhanden oder fehlend. Zwei kontraktile Vakuolen im Vorderende. Vermehrung durch Teilung der Zelle in 2 freie oder, bei *Spondylomorom*, in 16 Tochterzellen, die eine neue Kolonie bilden. Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten mit 4 Geißeln ist bei *Carteria* nachgewiesen. Ruhestadien unbekannt. Steht der Unterfamilie *Chlamydomonadeae* sehr nahe.

18. *Carteria* Diesing in Sitzber. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. LII (1866) 287 (Fig. 25 F—K). (Arten sind beschrieben unter den Namen: *Chlamydomonas* Ehrenb. p. p., Infusionsth.; *Cryptoglena* Carter p. p., Ann. and Mag. of Nat. Hist. [1858]; *Tetraselmis* Stein, Infus. [1878] 142; *Corbiera* Dangeard, La Sexualité chez quelques Algues inférieures in Journ. de Botanique, Tom. 2 [1888] 381; *Pithiscus* Dangeard, Rech. sur les Algues inférieures in Ann. des Sc. Naturelles 7 Ser. Botanique, Tom. 7 [1888] 138.) — Zellen einzeln lebend, rundlich, oval oder eiförmig, oft am vorderen Ende abgestutzt oder eingekerkert. Die weiche Membran auswendig glatt, meistens dünn, vorn mit Löchern, durch die 4 Geißeln hervorragen. Der Zellkörper ohne Pseudopodien, mit 1—2 kontraktilen Vakuolen. Stigma fehlend oder vorhanden. Der Chromatophor grün gefärbt, mulden- oder becherförmig mit Pyrenoid. Vermehrung durch Längs- oder Querteilung. Kopulation von Isogameten. Aplanosporen und *Palmella*-Stadium noch nicht bekannt.

38 Arten im Süßwasser über die ganze Welt. Einige Arten sind auch Brackwasser- und Meeresbewohner. *C. multifilis* Fres. ist die gewöhnlichste Art im Süßwasser. Die »*Carteria*«, die von Keeble und Gamble als Symbiont in *Convolvula roscoffensis* angegeben wird, ist wahrscheinlich mit *Prasinocladus lubricus* identisch.

19. *Platymonas* G. S. West in Journ. of Bot., LIV (1916) 3 (Fig. 27 A—F). (*Carteria* Wille pp., Algologische Notizen IX in Nyt. Magaz. for Naturvidenskaberne, Bd. 41 [1903].) — Zellen klein, freischwimmend, ± zusammengedrückt, von vorne gesehen elliptisch oder subelliptisch, am Vorderende mit einem offenen Einschnitt oder quer abgeschnitten, der hintere Teil ist abgerundet oder spitz abgerundet. Von der Seite gesehen schmal-oval, schief, die eine Seite flach, die andere konvex. Die 4 Geißeln von Körperlänge oder etwas kürzer. Chromatophor einfach, urnenförmig oder mit 4 gestreckten Loben vorn und 4 kürzeren hinten. 1 Pyrenoid im hinteren Teil der Zelle, in der Nähe ein oder mehrere Augenflecke. Zellkern zentral. Vermehrung durch Längs-, Quer- oder eine schiefe Teilung. Fortpflanzung unbekannt. Diese Gattung steht *Carteria* sehr nahe.

2 Arten, die einander sehr ähnlich sind, *Pl. tetrathele* G. S. West im Meereswasser in England und *Pl. subcordiformis* (Wille) Hazen (= *Carteria subcordiformis* Wille) in Süß- und Meereswasser in Europa und Amerika. Lewis nimmt an, daß *Platymonas* nur Schwärmstadien von *Prasinocladus* sind.

20. *Scherffelia* Pascher, Zur Kenntn. zweier Volvocalen in Hedwigia, Bd. LII (1912) 281 (Fig. 27 G—J). (Arten sind beschrieben unter den Namen *Cryptomonas* Perty, Zur Kenntn. kleinst. Lebensf. [1852] 163, Tab. XI, Fig. 2; *Carteria* Scherffel, Algolog. Notizen III in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXXV, H. 5, 230, Fig. 3 a—e.) — Zellen platt zusammengedrückt, von der Breitseite eiförmig bis ellipsoidisch, durch eine vordere schmale, doch scharfe Ausrandung fast herzförmig. Haut enganliegend, zu beiden Seiten der vorderen Ausrandung wulstförmig verdickt, in der Ausrandung beiderseits durch je zwei feine Löcher durchbrochen, durch die die vier gleichen, körperlangen Geißeln austreten. Pulsierende Vakuolen zwei, an der Geißelbasis gelegen. Kern ± zentral oder basal abgerückt. Chromatophoren zwei, seitlich symmetrisch gelagert, plattenförmig, hier und da basal zusammenhängend, groß, die Zellen (von der Breitseite gesehen) bis auf einen hellen Mittelstreifen ausfüllend, hellgrün. Pyrenoid fehlend. Stigma groß im vorderen Drittel befindlich, auf einer der beiden Chromatophorplatten. Vermehrung durch Bildung (meist) zweier Tochterzellen, die durch einen Riß, der die Membran von der vorderen Einkerbung her längs der Mediane durchreißt, austreten. Zoosporen mehr rundlich, erst

später mit Ausbildung der Membran die platte Gestalt der fertigen Schwärmer annehmend. Fortpflanzung, Cysten und *Palmella*-Stadien unbekannt.

3 Arten, 1 im Meeres- und 2 im Süßwasser, wovon *S. dubia* (Perty) Pascher (= *Cryptomonas dubia* Perty = *Carteria dubia* [Perty] Scherffel) die häufigste ist.

21. **Spondylomorom** Ehrenberg in Monatsber. Berl. Akad. (1848) 236 (Fig. 13). (*Pandorina* Fresen. p. p., Beitr. Tab. LVIII, Fig. 1—7; *Burkillia* W. et G. S. West, Freshwater Algae from Burma in Ann. of the Royal Bot. Garden, Calcutta [1907] 228, Pl. XII, 19—21; ? *Uva* Playfair, Contrib. Knowledge of the Biol. of the Richmond River in Proceed. Linn. Soc. New South Wales Vol. XXXIX, P. 1 [1914] 108, Pl. II, 13; überdies sind Arten unter den Namen *Ulvella* Ehrenb. und *Phacelomonas* Stein beschrieben worden.) — Diese

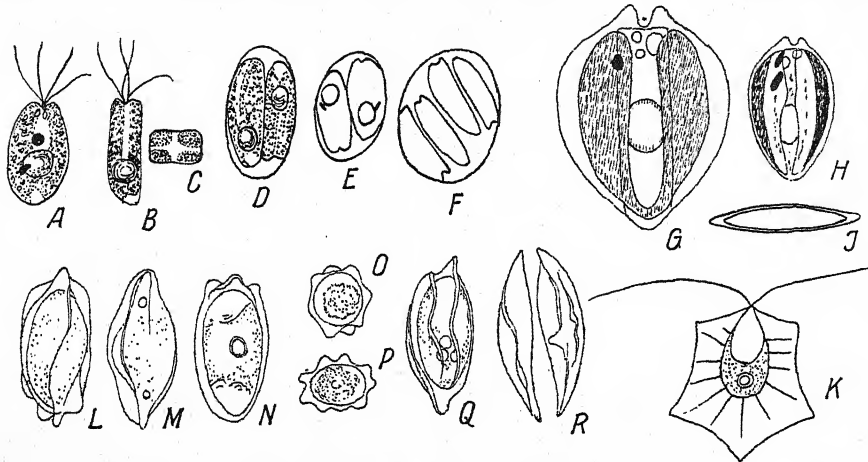


Fig. 27. A—F *Platymonas tetrathele* G. S. West. A Von der Breitseite, B von der Schmalseite, C von oben gesehen; D—F Teilungsstadien, D, E mit 2 Tochterzellen, F mit 4 Tochterzellen. — G *Scherffelia phacus* Pascher. — H, J *Sch. dubia* (Perty) Pascher. H Von der Breitseite; J optischer Querschnitt (im breitesten Teile geführt). — K *Pteromonas Chodatii* Lemmermann. — L—R *Scottiella nivalis* (Chod.) Fritsch. L—N, Q Verschiedene Zellen; O, P Querschnitt; R Klappen mit den Membranrippen. (A—F nach G. S. West, 1000/1; G—J nach Pascher, 2000/1; K nach Lemmermann; L—R nach Chodat.)

Gattung, die als eine kombinierte *Carteria* aufgefaßt werden kann, ist vom Habitus eines Morusfruchtstandes. Die Kolonien bestehen aus 16 (bei einer Varietät 4 oder 8) gleichgroßen, miteinander lose verbundenen Zellen, welche in 4 alternierenden Kränzen, ein jeder 4 Zellen zählend, um die Längsachse geordnet sind, nicht von einer gemeinsamen Gallert-hülle umgeben. Die einzelnen Zellen sind umgekehrt eiförmig und von einer Hülle umgeben, welche dicht an der Zelle anliegt, das Hinterende derselben jedoch ausgenommen, wo sie sich in eine Spitze auszieht. Im vorderen Teil der Zelle, in der Nähe der 4 (?) Geißelbasen, liegen 2 kontraktile Vakuolen. Der Chromatophor ist glockenförmig, mit oder ohne Pyrenoid. Ein Augenfleck liegt ungefähr in der Mitte der Zelle. Durch sukzessive Teilungen, von denen die erste eine Längsrichtung hat, entstehen ungefähr gleichzeitig in jeder Zelle eines Individuums 16 Tochterzellen, welche zusammenhängend als neue Kolonie aus-schlüpfen. Kopulation und Zygosporien sind nicht bekannt.

1 Art, *S. quaternarium* Ehrh. (= *Burkillia cornuta* W. et G. S. West = ? *Uva casinoënsis* Playfair) in süßem Wasser sowohl in der alten, wie in der neuen Welt. Ob hier wirklich 4, und nicht nur 2, Geißeln vorliegen, bedarf dringendst der Nachprüfung.

An m. Playfair, 1918, gibt bei der Gattung *Uva* nur zwei sehr lange Geißeln an; nähere Bestätigung jedoch nötig! Vor kurzem ist eine zweite Art von *Spondylomorom* beschrieben worden, *S. caudatum* Schiller in Jahrb. wiss. Bot., Bd. 66 (1927) 274. Sie stimmt aber in allen morphologischen Charakteren mit der sogen. *Uva stellata* (Korsch.) Printz genau überein, nur ist die Zahl der Geißeln verschieden angegeben. Indessen sind diese von den Autoren selbst als sehr zart und fast unsichtbar erwähnt worden und die Angaben der Geißelzahl daher als sehr unsicher zu betrachten. Mir scheint es höchstwahrscheinlich, daß *Uva* (S. 61) in die Gattung *Spondylomorom* einzuziehen ist. *Spondylomorom* wird dann zwei Arten umfassen: *S. quaternarium* Ehrh. (= *Uva casinoënsis* Playf. und *Chlamydotrys gracilis* Korsch.) und *S. stellatum* (Korsch.) Printz (= *Chlamydotrys stellata* Korsch. und *Spondylomorom caudatum* Schiller).

IV. Phacoteae.

Die Zellen leben einzeln und sind mit einer dicken und festen Hülle versehen, die entweder aus 2 lose verbundenen uhrglasförmigen Hälften besteht oder bei der Teilung in Klappen gesprengt wird. Die Zellen sind häufig flach gedrückt, linsenförmig, und über die scharfe Kante der Linse, die etwas wulstförmig verbreitert ist, verläuft eine Naht, in welcher die Ränder der Wandhälften aufeinanderstoßen. 2 Geißeln treten am Vorderende durch Kanälchen in der Naht hervor. Das Plasma ist von den Schalen durch eine breite helle Zone getrennt. Vermehrung durch Längs- oder Querteilung. Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten.

22. *Pteromonas* Seligo, Unters. üb. Flagell. in Cohn, Beitr. Biol. d. Pfl., IV (1886) 170 (Fig. 24 J—L und 27 K). (Arten sind beschrieben unter den Namen: *Phacotus* Stein, Entwicklungsgesch. d. Infusionsth. [1854] 142; *Cryptoglena* Carter in Ann. Nat. Hist. [1859] 18, Tab. I, Fig. 18 a—c; *Chlamydococcus* Stein, Infusionsth. III [1878] Tab. XV, Fig. 55 bis 57; *Sphaerella* Lagerh., Bidrag till Sveriges Algflora in Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akad. Förhandl. [1883] No. 2, 58; *Haematococcus* de Toni, Sylloge Algarum I [1889] 554; *Astrogonium* France, Protozoen in Res. wiss. Erforsch. d. Balatonsees, Bd. II, T. I, 48. — Zellen flach zusammengedrückt, mit 2, durch feine Kanäle austretenden, über körperlangen Geißeln an dem etwas lang gestreckten farblosen Vorderende. Die dicht anliegende Schale (angeblich mit Kieselsäureeinlagerung), welche von vorn gesehen rund-herzförmig oder eckig erscheint, zeigt breite, von vorn nach hinten laufende flache Flügel und ist an der oberen und unteren Seite etwas flachgedrückt oder schwach eingebuchtet. Die verbreiterten Ränder der beiden Schalenhälften dicht aneinanderschließend, aber nicht miteinander verwachsen. Protoplast nicht in die seitlichen Flügel eintretend. Chromatophor mit 1—4 Pyrenoiden und einem kleinen, von der Mitte etwas nach vorn zu gelegenen roten Augpunkt. Bei der Teilung entstehen 2—4 Tochterindividuen, welche mit der Entwicklung von Hüllen bereits im Mutterindividuum beginnen und frei werden, indem die Schale dieses Individuums längs ihrer Kante aufbricht. Die Gameten sind ohne Geschlechtsunterschied, oval mit dem Chromatophor im vorderen Ende; Zygospore rund, die Akineten sind bräunlich, rund und bilden bei der Keimung 4—8 neue Individuen.

11 Arten im Süßwasser über die ganze Welt. Die häufigste Art ist *P. angulosa* (Cart.) Lemm. (= *P. alata* Seligo).

23. *Coccomonas* Stein, Infusionsth. (1878) (Fig. 24 M, N). Zellen ei-birnförmig mit zwei Geißeln. Die Hülle ist oval oder beinahe viereckig, abstehend, dick, durch Kalkinkrustation hart und spröde, von Eisenoxydhydrat ± dunkel, und hat eine einzige große apikale Öffnung für die beiden annähernd körperlangen Geißeln. Der Chromatophor ist glockenförmig, mit Pyrenoid und rotem Augenfleck im vorderen Teil. 2 kontraktile Vakuolen an der Basis der Geißeln. Die Teilung findet innerhalb der Schale statt, welche bei der Befreiung der Tochterindividuen in zwei Hälften mit gezackten Rändern gesprengt wird. Kopulation und Zygoten unbekannt.

Wahrscheinlich nur 1 Art — *C. orbicularis* Stein im Süßwasser. Die von Lemmermann aus Schweden beschriebene *S. subtriangularis* ist sehr unsicher.

24. *Phacotus* Perty, Kl. Lebensf. (1852) Tab. XI, 3 (Fig. 15). (*Cryptomonas* Ehrh. Infusionsth. [1830].) — Von voriger durch die linsenförmige und aus 2 gleichen Klappen bestehende Hülle abweichend, diese einander in der Äquatorialzone dicht anliegend, aber nicht zusammengewachsen, so daß sie sich beim Tode der Zelle oder der Befreiung der Tochterindividuen voneinander lösen. Die Schale ist verkalkt und hat eine skulptierte Oberfläche, und ist von Eisenoxydhydrat ± braun gefärbt. Protoplast meist viel kleiner als die Gehäuse. Vegetative Vermehrung durch Teilung in 2—16 Tochterzellen einschließlich der Gallertmasse, welche die Schalenhälften sprengt. Befruchtung unbekannt (die von Carter angegebene Kopulation von Makro- und Mikrogameten ist wahrscheinlich als Angriff von Parasiten zu deuten).

9 Arten, von welchen *P. lenticularis* Stein in fossilen Ablagerungen vom jüngeren Miocän ab, noch jetzt lebend in süßem und schwach brackischen Wasser, über die ganze Welt verbreitet ist.

Vielleicht mit *Pteromonas* verwandt, führe ich hier vorläufig folgende Gattung auf, die nur etwas lückenhaft bekannt und deren systematische Stellung deshalb fraglich ist.

25. *Scottiella* Fritsch in Journ. Linn. Soc. London, Vol. XL (1912) 326 (Fig. 27 L—R). — Zellen elliptisch bis spindelförmig, an beiden Enden abgerundet. Membran mehr-

schichtig; die äußere in 2 bis mehrere flügelartige Rippen gefaltet, welche längs verlaufen und gerade oder wellenförmig gebogen sind. Bau des Chromatophoren unsicher, entweder einfach, gelappt oder mehrere parietale Plättchen, wahrscheinlich ohne Pyrenoid. Reservahrung tritt in Form gelber Öltröpfen auf, die die Gestalt und Farbe des Chromatophoren ganz decken können. Vermehrung durch Teilung in 2—4 Tochterzellen. Die vegetativen Zellen können sich zu Dauersporien mit sehr dicker Membran umbilden. Entwicklung nur lückenhaft bekannt.

5 Arten, *S. cryophila* Chod., *S. nivalis* (Chod.) Fritsch (= *Pteromonas nivalis* [Schuttlew.] Chod.), *S. antarctica* Fritsch (= *Pteromonas Willei* Gain) und *S. polyptera* Fritsch (= *Pteromonas Penardii* Gain) als Bewohner des Firns der Gletscher, sowohl auf den nördlichen als der südlichen Halbkugel. *S. muscicola* Beck-Mannagetta ist neulich aus Kärnten beschrieben. Vom Autor der Gattung sowie von Brunnthaler (1915) zwischen den Oocystaceen eingeordnet.

V. Haematococcoideae.

Zellen einzeln oder in Kolonien. Der Protoplastmakörper ist von der Außenwand abstehend und entsendet zahlreiche dünne und verzweigte Fortsätze bis an die äußere Hülle. Die Zellwand besteht so aus zwei Schichten, einer festen äußeren Cuticularschicht und einem inneren gallertigen Teil, der den Raum zwischen Plasmakörper und der äußeren Hülle ausfüllt. Zahlreiche kontraktile Vakuolen über die Peripherie des ganzen Plasmakörpers zerstreut. Der parietale Chromatophor ± netzförmig durchbrochen. Pyrenoid gewöhnlich mehrere in jeder Zelle. Bei beiden hierhergehörigen Gattungen ist Hämatochrom vorhanden. Vermehrung durch Teilung der Zellen in 2—8 Tochterzellen. Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten. Zygoten rund, glatt, enthalten Hämatochrom. *Palmella*-Stadien und Aplanosporen sind bekannt.

26. **Haematococcus** (C. A. Agardh, Icon. Alg. [1828] tab. XXII) emend. Wille in Nyt. Magaz. f. Naturvid. XLI (1903) 103 (Fig. 22 A—E). (Arten sind beschrieben unter den Namen: *Lepraria* Wrangel, Anmärkn. rörande *Byssus Jolithus* [1824] 52; *Sphaerella* Sommerfelt p. p., Om den röde Snee [1824] 252; *Protococcus* p. p. Greville, Scot. Cryptog. Flora, Vol. IV, No. 231 [1826]; *Coccochloris* p. p. Sprengel System. Vegetabilium Vol. IV, 1 [1827] 373; *Microcystis* p. p. Kützing, Beitr. z. Kenntn. Metamorph. veg. Organismen [1833] 372; *Globulina* Turpin, Exam. de la substance rouge [1836] 720; *Protosphaeria* Trevisan, Alghe Coccotalle [1848] 28; *Chlamydococcus* A. Braun, Verjüngung [1851] 147; *Hysginum* Perty p. p., Kl. Lebensformen [1852] 87; *Volvox* p. p. Girod. Rech. chim et micr. [1802] 54 und 706; *Coccophysium* Link, Handb. III 342; *Uredo* Bauer in Journ. of Science and Arts VII, 222; *Diselmis* Dujard. p. p. Zoophyt. 344; *Gloiococcus* Schuttl., Bibl. un. Genève Flor. [1840] 405.) — Die Zellen sind einzeln lebend, oval oder eiförmig; die Zellwand ist auswendig glatt, überall abstehend und vorn mit 2 dünnen Röhren versehen, durch die die beiden Geißeln hervorragen. Der Protoplastmakörper mit ±, oft zahlreichen, dünnen Pseudopodien. Stigma spitz keulenförmig; zahlreiche pulsierende Vakuolen über den ganzen Zellkörper vorhanden. Der Chromatophor wandständig, netzförmig durchbrochen, mit 1 bis mehreren Pyrenoiden; Hämatochrom kann vorhanden sein oder fehlen. Die Zellen vermehren sich durch Längsteilung. *Palmella*-Stadium kann vorkommen und ist meistens von Hämatochrom rot gefärbt. Aplanosporen können vorkommen. Die Gameten sind nackt, ohne Geschlechtsunterschied. Die Zygote hat glatte Membran und enthält Hämatochrom. Bei ihrer Keimung entstehen neue bewegliche Zellen.

5 Arten, von welchen *H. pluvialis* Flot. (= *Sphaerella pluvialis* (Flot.) Wittr. wohl in allen Weltteilen verbreitet ist.

27. **Stephanosphaera** Cohn in Zeitschr. f. wiss. Zoologie, IV (1852) 77—116 (Fig. 28). (*Stephonoma* Wern.) — Die Kolonien, welche eine große kugelförmige oder ovale und abstehende Hülle haben, bestehen aus (1—) 8 Zellen, die in einem Kreise in peripherer Stellung ungefähr längs des Äquators der Hülle geordnet sind. Die einzelnen Zellen sind oval und zeigen mehrere polare Protoplastavorsprünge, aber keine direkte Verbindung miteinander; sie besitzen 2 Geißeln, welche dicht nebeneinander von einem kleinen farblosen Fleck im Vorderende entspringen und durch die Hülle im Äquator derselben hervorgestreckt werden, sowie einen roten Augenpunkt in ihrem vorderen Teil. Chromatophor mit 2(—5) Pyrenoiden. Vermehrung durch Teilung sämtlicher Zellen innerhalb ihrer Hülle in Tochterkolonien, die aus 2—8 Zellen bestehen. Die Teilung beginnt damit, daß die Zellen ihre pseudopodienähnlichen Fortsätze einziehen und sich, erst durch eine

Querwand, welcher dann zwei Längswände folgen, in acht Zellen zerlegen. Die Tochterkolonien werden durch Zerreißen der Muttermembran frei. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung teilen die Zellen sich in 4–32 spindelförmige, 2 Geißeln und einen roten Augenfleck tragende Gameten, welche umherschwimmen und innerhalb der ursprünglichen Hülle kopulieren. Die Zygospore ist rund und glatt und zeigt einen roten Inhalt. Die Keimung ist unbekannt.

1 Art, *S. pluvialis* Cohn, in süßem Wasser in Europa.

VI. Volvoceae.

Bildet mehrzellige, bestimmt geformte platten- oder kugelförmige, bewegliche Kolonien — die vielleicht hier besser Individuen genannt werden können —, aus \pm gleichförmigen

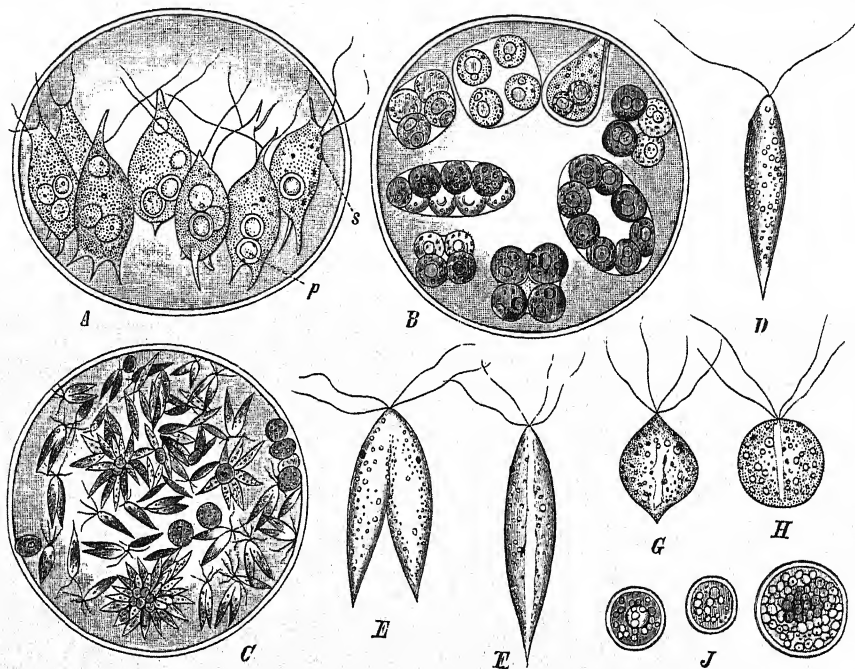


Fig. 28. *Stephanosphaera pluvialis* Cohn. A Eine mittelgroße, 8-zellige Kolonie, deren Zellen nur wenige Pseudopodien haben, p Pyrenoide, s roter Augenfleck; B eine Kolonie in vegetativer Teilung, eine Zelle ist ungeteilt geblieben und bildet dann ein 1-zelliges Individuum; C eine 8-zellige Kolonie, welche Gameten gebildet hat, die zum Teil kopulieren; D Gamet; E–H sukzessive Kopulationsstadien; J Zygosporen in verschiedenen Altersstadien. (D–H 2650/1, die übrigen 850/1.) (Nach Hieronymus.)

Chlamydomonas-ähnlichen 2-(selten 1-)wimperigen Zellen bestehend, die von einer gemeinsamen Gallerthülle umgeben sind; überdies hat jede Zelle ihre besondere zarte Hülle. Die Geißeln ragen durch feine Kanäle der Hülle heraus. Die Einzelzellen eines Individuums sind bei den niederen Formen gegenseitig unabhängig, bei den höheren Typen dagegen durch Plasmodesmen miteinander in Verbindung getreten. Bei den meisten Gattungen sind sämtliche Zellen gleichwertig und reproduktionsfähig, bei den höheren Formen, *Pleodorina* und *Volvox*, sind einige Zellen rein somatisch, während andere nur reproduktiv sind. Vermehrung durch Teilung der einzelnen Zellen in Tochterkolonien, welche fast völlig ausgebildet die Mutterzellen verlassen und den Ursprung neuer Individuen geben. Die Fortpflanzung steigt von Isogamie zu ausgeprägter Oogamie herauf.

28. *Gonium* Müller, Vermium Hist. (1773) 60 (Fig. 14). (*Cryptomonas* [Tetrabaena] Dujardin, Hist. natur. des Zoophytes [1841] 333, Taf. V, Fig. 1; *Glenogonium* und *Chlamydomonas* Diesing, Systema Helminthum Vol. I [1850] 70; *Tetragonium* West, On some new and inter. Freshw. Algae in Journ. R. Micr. Soc. [1896] 160, Pl. II, 1–13, sowie *Pectoralina*

Bory.) — Die Kolonien, welche eine mantelförmige Gallerthülle besitzen können, bestehen aus 4 oder 16 gleichartig geformten Zellen, die miteinander durch Gallertmassen zusammengehalten sind und eine quadratische, tafelförmige, alle Geißeln nach einer Seite kehrende Gruppe bilden. Die einzelnen *Chlamydomonas*-ähnlichen Zellen sind oval oder etwas polygonal abgeplattet, wo sie sich gegenseitig berühren. Jede Zelle besitzt einen becherförmigen Chromatophor mit einem Pyrenoid im hinteren Teil der Zelle. Davor liegt der bläschenförmige Kern mit Binnenkörper. Am vorderen Pol entspringen etwas voneinander getrennt und von deutlich sichtbaren Basalkörnern die beiden Geißeln, die außerhalb des gemeinsamen Gallertmantels hervorragen. 2 pulsierende Vakuolen sind vorhanden und seitlich davon ein großes Stigma. Agame Vermehrung durch sukzessive Teilung jeder einzelnen Zelle in 16 in einer vorher gekrümmten Platte liegende Tochterzellen, die direkt durch Freiwerden ein neues *Gonium*-Individuum bilden. Palmellen und ruhende Akineten kommen vor. Fortpflanzung durch Kopulation von Iso- oder Heterogameten, die von den einzelnen Zellen eines Individuums direkt gebildet werden, indem der Kolonieverband aufgelöst wird und die einzelnen, nackten, mit 2 Geißeln versehenen Protoplasten freigemacht werden. Die zur Kopulation gelangenden Gameten stammen immer von zwei verschiedenen Mutterindividuen. Die Zygospore ist kugelförmig mit rotem Inhalt und dicker Membran. Sie liefert bei der Keimung ein vierzelliges Teilungsprodukt in Form eines vierzelligen *Gonium*-Plättchens, welches gleich nach Austritt aus der Zygotenmembran sich begeißelt und davon schwimmt. Jede einzelne Zelle des Keimlings gibt zu einer neuen *Gonium*-Tafel den Ursprung.

5 Arten, von welchen *G. pectorale* Müll. die bekannteste ist, in süßem Wasser in allen Weltteilen. Das 4zellige *G. sociale* Warming wird von vielen Forschern in den Entwicklungskreis der *G. pectorale* eingezogen.

29. **Platydorina** Kofoid in Bull. Illinois State Lab. Nat. Hist., V (1898) 419 (Fig. 29 A, B). — Die Kolonie von 16 oder 32 Zellen bildet eine hufeisenförmige schwach schraubig gebogene Platte, deren Gallerthülle nach vorn abgerundet, nach hinten mit 2–5 kegelförmigen Fortsätzen versehen ist. Die Zellen sind durch eine feste Schicht überkleideter Gallerte verbunden, und die Spitzen der Einzelzellen sind abwechselnd nach der einen und der anderen Tafelseite gerichtet, die Geißeln liegen dann auch auf beiden Seiten, so daß jede genau die Hälfte der Gesamtsumme führt. Die einzelnen Zellen rundlich bohnenförmig mit 2 Geißeln, Stigma und zwei kontraktile Vakuolen. Der Chromatophor becherförmig mit einem großen Pyrenoid. Vegetative Vermehrung durch sukzessive Teilungen, wo-

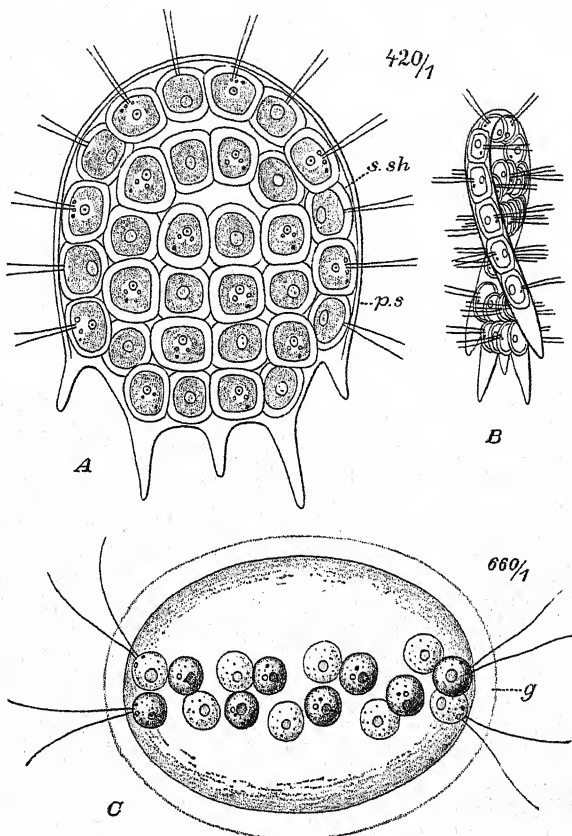


Fig. 29. A, B *Platydorina caudata* Kofoid. A Von der Fläche, B von der Kante gesehen, s.sh Wand der Einzelzellen, p.s gemeinsame Gallerthülle. — C *Stephanoon Askenasii* Schewk. Ein 16-zelliges Individuum. (A, B nach Kofoid, 420/1; C nach Schewiakoff, 660/1.)

durch ein Tochterindividuum in jeder Zelle entsteht. Die jungen Tochterindividuen sind erst fast becherartig gekrümmt, falten sich aber nach und nach flach aus. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *P. caudata* Kofoid im Süßwasser in Amerika und Europa.

30. **Stephanoon** Schewiakoff in Mém. Acad. Imp. Sc., St. Pétersbourg, Ser. XLI (1893) (Fig. 29 C). (Inkl. *Eudorinella* Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. Planktonalgen X in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 18 [1900] 302.) — Die Kolonien oval oder kugelförmig; von einer weiten, gemeinsamen Gallerthülle umgeben. Die 2—8—16 Zellen sind peripherisch innerhalb der Gallerthülle äquatorial in 2 verschiedenen Ebenen angeordnet und tragen jede 2 Geißeln, welche parallel der Äquatorialebene hervorragen, 1 kontraktile Vakuole und Stigma. Der Chromatophor becherförmig mit Pyrenoid. Vegetative Vermehrung geschieht durch Teilung der Zellen einer Kolonie in acht Tochterzellen, die sich noch innerhalb der Mutterzelle in der charakteristischen Weise anordnen, sich anscheinend hier bereits mit Gallerte umgeben und dann austreten. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

2 Arten aus dem Süßwasser bekannt: *S. Askenasii* Schewk. in Australien, *S. Wallichii* (Turn.) Wille (= *Eudorinella Wallichii* [Turn.] Lemm.) in Ostindien, Java, Afrika und Europa.

31. **Pandorina** (Bory, Encycl. Method. 1824) emend. Ehrenberg, Infus. (1830) 53 (Fig. 17). (*Volvox* Müll. *Botryocystis* Kütz. *Synapha* Perty, *Diplodrina* From.) — Die Kolonien, welche eine große, kugelförmige oder ovale, dicke und nur wenig abstehende Hülle haben, bestehen aus 16 (selten 8 oder 32) Zellen, die nur im Zentrum geordnet sind und, dicht gedrängt einander berührend, nach allen Richtungen ausstrahlen. Sie lassen im Zentrum nur einen relativ kleinen Raum frei. Die einzelnen Zellen sind herzförmig und in dem breiteren Ende mit einem roten Augenpunkt und einem kleinen farblosen Fleck versehen, von dem 2 lange Geißeln ausgehen. Chromatophor mit einem Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung sämtlicher Zellen innerhalb ihrer Hülle in neue Individuen, nachdem die einzelnen Zellen sich etwas abgerundet haben. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung teilen die einzelnen Zellen sich in 16—32 Gameten, welche frei werden. Diese sind beinahe rund, haben einen farblosen Mundfleck mit 2 Geißeln und einen roten Augenpunkt. Die Kopulation findet bei ihnen entweder zwischen 2 gleich großen oder oft einem größeren und einem kleineren statt. Die Zygospore ist rund, glatt und hat einen roten Inhalt. Bei ihrer Keimung entstehen 1, selten 2—3 rote Schwärmsporen, die nach einiger Zeit zur Ruhe gelangen und sich dann in 16 Zellen teilen, welche erst in einer Ebene liegen, sich sodann aber zu einer kleinen normalen Kolonie ordnen, die sich mit einer Hülle umgibt und sich auf gewöhnliche vegetative Weise vermehrt.

1 Art, *P. Morum* (Müll.) Bory, in süßem Wasser in allen Weltteilen verbreitet. Die von Korschikoff als *Pandorina charkowiensis* beschriebene Alge gehört zur Gattung *Eudorina*.

32. **Mastigosphaera** Schewiakoff in Mém. Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg, 7. Sér., XLI (1893) (Fig. 30 B, C). — Von *Pandorina* hauptsächlich dadurch verschieden, daß die Einzelzellen mehr locker verbunden sind, nur eine Geißel und ein laterales Pyrenoid besitzen.

Nur 1 Art, *M. Gobii* Schewk. aus dem Süßwasser in Neuseeland bekannt. Ob diese Gattung wirklich hierher gehört, bleibt zweifelhaft.

33. **Eudorina** Ehrenberg in Monatsber. Berl. Akad. (1831) 78 (Fig. 16 u. 20). (*Volvox* Müll., *Pandorina* Dujardin p. p., Hist. Natur. des Zoophytes [1841] 317; *Botryocystis* Kütz. p. p. Phyc. gen. [1843]; *Volvulina* Playfair, Freshw. Algae of the Lismore Distr. in Proceed. of the Linnean Soc. of New South Wales, Vol. XI [1915] 337; *Pandorina* Korschikoff, Über zwei neue Organismen der Volvocales in Russ. Archiv für Protistologie, T. II, 174.) — Die Kolonien, welche ebenfalls eine große, kugelförmige oder ovale, ± dicke Hülle haben, bestehen aus 32 (selten aus 16 oder 8) Zellen, die weit und in regelmäßigen Abständen voneinander liegen und zu einer Hohlkugel geordnet sind. Die einzelnen Zellen sind kugelförmig oder oval, senden von einem farblosen, zuweilen schnabelförmigen Vorderende 2 Geißeln aus und zeigen in demselben einen roten Augenfleck. Die einzelnen Zellen sind durch zarte Plasmodesmen, die in Mehrzahl bei jeder Zelle vorhanden sind, miteinander verbunden. Chromatophor mit 1, selten mehreren Pyrenoiden. Vermehrung findet statt durch Teilung einzelner Zellen in je (8, 16 oder) 32 Tochterzellen, welche zuerst in einer Ebene liegen, die sich nachher schalenförmig vertieft und sich schließlich zu einer Hohlkugel zusammenbiegt, Geißeln erhält und als Tochterkolonie ausschwärmt. Zuweilen

treten ♀ und ♂ Kolonien auf (oder die 4 Endzellen eines Individuums werden zu Antheridien, die 28 anderen Zellen, nach Carter, zu Oosphären ausgebildet). Die ersteren weichen nur wenig von den vegetativen Individuen ab, während die letzteren hingegen

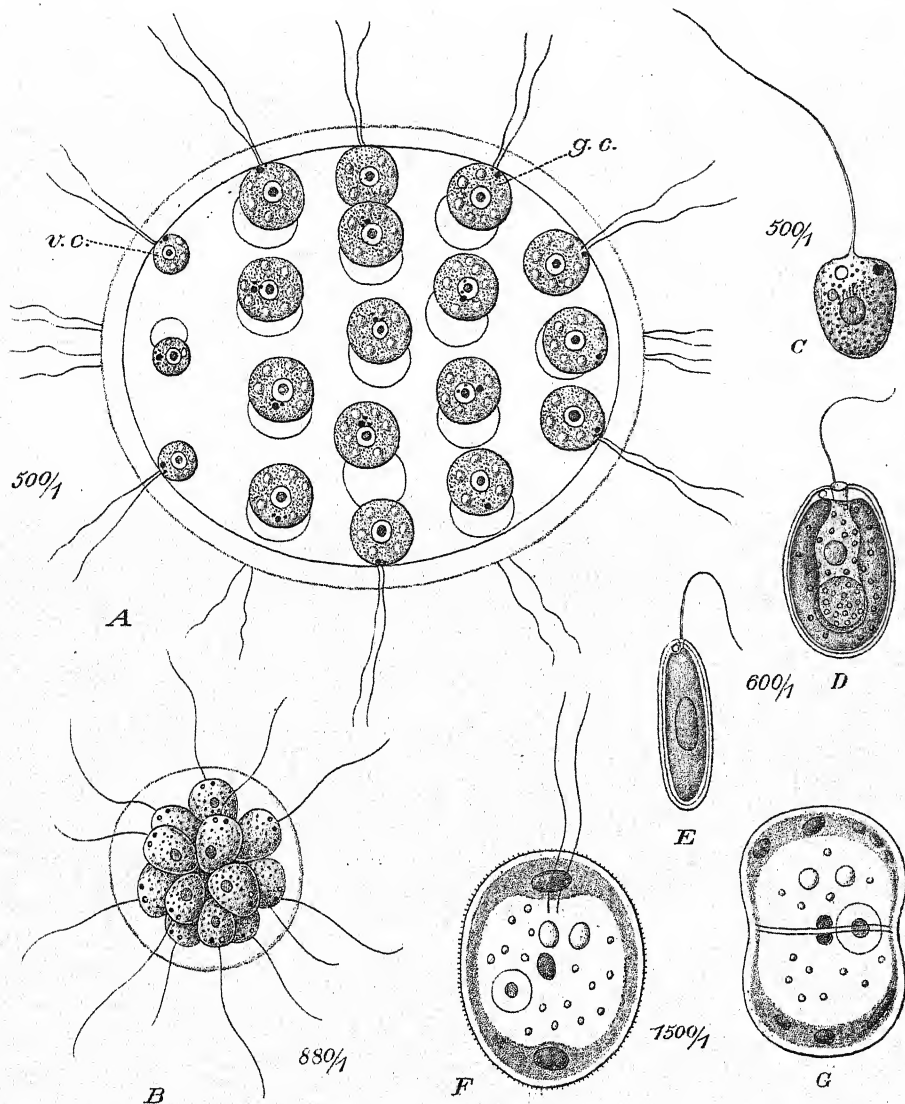


Fig. 30. A *Pleodorina illinoensis* Kofoid. gc Geschlechtszellen, vc vegetative Zellen. — B, C *Mastigosphaera Gobii* Schewk. B Eine Familie; C einzelne Zelle. — D, E *Xanthodiscus Lauterbachii* Schewk. D Von der Fläche, E von der Kante gesehen. — F, G *Mesostigma viride* Lauterb. F Von der Ventralseite; G Teilungsstadium. (A nach Kofoid, 500/1; B–E nach Schewiakoff, B 880/1, C 1500/1, D, E 660/1; F, G nach Lauterborn, 1500/1.)

durch Teilungen in 2 Richtungen des Raumes zu Spermatozoidenplatten mit 64 Spermatozoiden ausgebildet werden. Die Spermatozoiden sind lang und schmal, birnförmig, gebogen und mit einer langen, farblosen Spitze versehen, welche in 2 Geißeln ausläuft. Das hintere Ende der Spermatozoiden ist dick und gelblich und enthält ein Pyrenoid. Oospore kugelig, glatt, mit rotem Inhalt. Bei der Keimung entsteht aus der Zygote ein einziger Schwärmer,

der durch vegetative Teilungen einer neuen *Eudorina*-Kolonie den Ursprung gibt. *Palmella*-Stadium und Aplanosporen bekannt.

Sekt. I. *Eudorina* (Ehrb. l. c. als Gattung!) Kolonien mit einer dicken abstehenden Hülle.

3 Arten, *E. elegans* Ehrb. (inkl. *E. stagnalis* Wolle) in süßem Wasser in allen Weltteilen, *E. echidna* Swirenko bisher nur in Rußland in einem Sumpf in der Nähe von Jekaterinoslaw gefunden, und *E. charkowiensis* (Korschikoff) Pascher (= *Pandorina charkowiensis* Korschikoff) in schmutzigen Wässern um Charkow.

Sekt. II. *Volvulina* (Playfair in Proceed. of the Linnean Soc. of New South Wales, Vol. XI Part. 2, [1915] 337, als Gattung) Printz. Die äußere Hülle besteht aus einer dünnen, den Zellen eng-anliegenden Membran.

1 Art, *E. Steinii* (Playfair) Printz (= *Volvulina Steinii* Playfair) in Regenpfützen, Lismore, Australien.

34. *Pleodorina* Shaw in Bot. Gazette, XIX (1894) 282 (Fig. 30 A). — Von *Eudorina* hauptsächlich dadurch verschieden, daß an den zwei entgegengesetzten Enden der Kolonie verschiedenartige Zellen auftreten: größere Zellen, die teilungsfähig sind und Tochterkolonien bilden, samt einer größeren oder kleineren Anzahl kleinere Zellen des vorderen Pols, die nicht teilungsfähig sind. 16—128 Zellen in jeder Kolonie. Der Chromatophor wandständig, durchlöchert mit mehreren Pyrenoiden. Vegetative Vermehrung durch Teilung, wie bei *Eudorina*. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Es gibt kleinere bleiche ♂ und größere ♀ Kolonien, in den ♂ entstehen durch kreuzweise Teilungen Platten von 64—128 länglichen Spermatozoiden mit 2 Geißeln und Stigma, die Platten schwimmen aus und heften sich an einer ♀ Kolonie an; nunmehr lösen sich die Spermatozoiden aus dem Verbands los und dringen in die Gallerte der ♀ Kolonie zu den Eizellen ein. Die Zygote hat eine dicke, glatte Membran.

2 Arten, *P. californica* Shaw und *P. illinoensis* Kofoid im Süßwasser in Europa, Amerika und Asien.

35. *Volvox* (L. 1758) Ehrenberg, Infusionsth. (1830) 68 (Fig. 21). (*Sphaerosira* Ehrb.; Infusionsth. [1830] 68, Tab. 4; *Besseyosphaera* Shaw in Bot. Gazette, Vol. LXI, No. 3 [1916] 254; *Campbellosphaera* Shaw in Phillip. Journ. of Science XV, No. 6 [1919] 510; *Janetosphaera* Shaw, ibid. Vol. XX, No. 5 [1922] 479; *Merrillosphaera* Shaw, ibid. Vol. XXI, No. 1 [1922] 118; *Copelandosphaera* Shaw, ibid. Vol. XXI, No. 2 [1922] 208.) — Die Kolonien, welche kugel- bis eiförmig sind und 0,5—2 mm im Durchmesser haben, bestehen aus 200 bis 50 000 zweiwimperigen, birn-, kugel-, eiförmigen oder polygonalen bis fast sternförmigen Zellen, die durch zarte oder dicke Plasmodesmen miteinander in Verbindung stehen; bei gewissen Arten sind jedoch Plasmodesmen nicht nachgewiesen. Die Kolonien sind entweder rein vegetativ, welche nur Tochterkolonien bilden, oder geschlechtliche Stöcke, wo Monözie oder Diözie herrschen kann; Selbstbefruchtung gewöhnlich durch ausgeprägte Proterandrie gehindert. Nur eine bestimmte Anzahl, gewöhnlich 1—16 (bei Sekt. *Besseyosphaera* 10—78) Zellen — Parthenogonidien —, die über das Hinterende der Kugeln gleichmäßig verteilt liegen, können der ungeschlechtlichen Vermehrung dienen, welche auf dieselbe Weise wie bei *Eudorina* stattfindet. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Spermatozoiden und Eizellen, welche entweder von einer und derselben oder von verschiedenen Kolonien hervorgebracht werden. Die Spermatozoiden, welche ganz wie bei *Eudorina*, aber in einer Anzahl von 8—256, in jedem Antheridium entstehen, sind keulenförmig, etwas spiralig gebogen, haben ein langes, farbloses, bewegliches, schnabelartiges Vorderende und ein etwas dickeres, gelbes, zuweilen grünliches, chromatophorführendes Hinterende, sowie ungefähr mitten auf demselben einen roten Augenfleck und 2 kontraktile Vakuolen. Die zwei Geißeln sind an der vorderen schnabelartigen Verlängerung seitlich inseriert. Die Zahl der Spermatozoidenbündel kann in den rein ♂ Kolonien bis über 100 betragen. Oospore rund mit stacheliger oder glatter Membran und rotem Inhalt. Bei der Keimung entwickelt sich aus jeder Oospore eine neue Kolonie auf ganz dieselbe Weise wie bei der vegetativen Vermehrung.

Arten von *Volvox* sind im Süßwasser in allen 5 Weltteilen gefunden worden und können mitunter als Wasserblüte auftreten.

Die 17 bisher bekannten Arten können, der Übersicht halber, in folgenden 6 Sektionen eingereiht werden.

Sekt. I. *Euvolvox* Printz. Protoplast mit armförmigen Fortsätzen — daher sternförmig — und ziemlich dicke Plasmodesmen, dicker als die Geißeln. Die innere Zellwand deutlich hervortretend.

6 Arten, *V. globator* (L.) Ehrenb., *V. perglobator* Powers, *V. Rousseleti* G. S. West, *V. Merrilli* Shaw, *V. Barberi* Shaw und *V. lismorensis* Playfair.

Sekt. II. *Janetosphaera* (Shaw in Philipp. Journ. Sc. Vol. XX (1922), 479 — als Gattung!) Printz. Protoplast kugelförmig-eiförmig mit zarten Plasmodesmen, ungefähr von Dicke der Geißeln. Innere Zellwand undeutlich. Die Gonidien werden erst ziemlich spät in den Embryonen differenziert, und sie erreichen ziemlich bedeutende Größe, bevor die Teilung eintritt.

2 Arten, *V. aureus* Ehrenb. (= *Janetosphaera aurea* (Ehrenb.) Shaw. Wahrscheinlich muß der von Ishikawa (1896) beschriebene *Volvox minor* hierzu gerechnet werden.

Sekt. III. *Campbellostphaera* (Shaw in Philipp. Journ. Sc. XV (1919) 510 — als Gattung!) Printz. Protoplast rund-eiförmig, ohne (sichtbare?) Plasmodesmen. Die Gonidien werden schon in den ganz jungen Embryonen entwickelt und erreichen vor der Geburt bedeutende Dimensionen. Besonders bemerkenswert ist die angebliche Wanderung der jungen Gonidien — die sehr früh während der Entwicklung der Embryonen gebildet werden — von der Außenseite durch die Philopore im Innern. Gonidien groß, bevor Teilung eintritt.

1 Art, *V. obversus* (Shaw) Printz.

Sekt. IV. *Merrillostphaera* (Shaw in Philipp. Journ. Sc. XXI (1922) 118 — als Gattung!) Printz. Protoplast kugel-eiförmig, ohne Plasmodesmen. Gonidien werden sehr früh in den embryonalen Stadien entwickelt und erreichen eine bedeutende Größe, bevor die Teilung eintritt.

5 Arten, *V. africana* West (= *Merrillostphaera africana* [West] Shaw), *V. Carteri* Stein (= *Merrillostphaera Carteri* [Stein] Shaw inkl. *V. weismaniana*), *V. migulae* (Shaw) Printz (= *Merrillostphaera Migulae* Shaw) und *V. tertius* Meyer (= *Merrillostphaera tertia* [Meyer] Shaw) und *V. mononae* G. M. Smith.

Sekt. V. *Copelandostphaera* (Shaw in Philipp. Journ. Sc. XXI (1922) 223 — als Gattung!) Printz. Protoplast kugel-eiförmig, ohne Plasmodesmen. Die Gonidien werden erst spät in den Embryonen entwickelt und erreichen eine bedeutende Größe, bevor Segmentation eintritt.

2 Arten, *V. dissipatrix* (Shaw) Printz (= *Copelandostphaera dissipatrix* Shaw) und *V. spermatoostphaera* Powers (= *Copelandostphaera spermatoostphaera* [Powers] Shaw).

Sekt. VI. *Besseyostphaera* (Shaw in Bot. Gazette, Vol. LXI (1916) 254 — als Gattung!) Printz. Keine Plasmodesmen. Die Gonidien werden spät, erst nach Geburt der Kolonien differenziert. Fortpflanzung bisher unbekannt.

1 Art, *V. Powersii* (Shaw) Printz (= *Besseyostphaera Powersii* Shaw).

Zweifelhafte und sehr unvollständig bekannte Gattungen.

1. *Cylindromonas* Hansgirg, Prodr. Algenfl. Böhmen (1888) 107. — In jeder Zelle 2 sternförmige Chromatophoren. Die Zelle ähnelt einer *Cylindrocystis*, hat aber eine dicke Geißel an dem einen Ende. Bedarf einer näheren Untersuchung.

Nur 1 Art, *C. fontinalis* Hansg., in süßem Wasser in Böhmen. Sehr unsicher und ist auch nicht wieder gefunden.

2. *Tetratoma* Bütschli in Bronn's Klassen d. Tierreichs Bd. I, 2 (1884) 888. — Hat große Ähnlichkeiten mit *Carteria*, aber die 4 Geißeln gehen nicht von einem, sondern von 4 weit voneinander abliegenden Punkten des nicht gelappten vorderen Endes aus, welches an diesen Punkten farblos ist. Der rote Augenfleck liegt weit nach hinten.

Nur 1 Art, *T. Archeri* Bütschli, in süßem Wasser in England.

3. *Gloeomonas* Klebs in Unters. a. d. Bot. Inst. Tübingen Bd. II (1886) 333. — Zellen ellipsoidisch bis fast kugelig, mit 2 Geißeln, die etwas seitlich am vorderen, schwach ausgerandeten Ende der Zelle entspringen. Die Zellhaut ist dicht anliegend und stets mit einer besonderen Gallerthülle umkleidet. Viele wandständige, rundliche bis längliche Chromatophoren. Pyrenoide fehlen. Am vorderen Ende liegen 2 abwechselnd pulsierende Vakuolen und etwas seitlich, nahe der Zellwand, ein länglicher Augenfleck. Die Zellen teilen sich durch sukzessive Zweiteilungen im Ruhezustande; andere Entwicklungsstadien sind nicht bekannt.

Nur 1 Art, *G. ovalis* Klebs, im Süßwasser in Deutschland.

4. *Mesostigma* Lauterb. in Biol. Centralbl. Bd. XIV (1894) 395 (Fig. 30 F, G). — Die Zellen oval, nierenförmig oder beinahe rhombisch, stark abgeplattet und ± sattelförmig, nach außen von einer zarten, fein punktierten Membran umgeben. 2 Geißeln entspringen von der konkav gewölbten Fläche des Körpers zwischen Mitte und Vorderrand. Der Chromatophor ist bandförmig und folgt den Umrissen des Körpers, vorn und hinten verbreitert er sich und umschließt an jeder Stelle 1 Pyrenoid. 1 großes Stigma, 2—3 kontraktile

Vakuolen. Vegetative Vermehrung durch Querteilung. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *M. viride* Lauterb. im Süßwasser in Europa. Es ist sehr fraglich, ob sie hierher gehört. Steht vielleicht den Euglenineen näher.

5. *Xanthodiscus* Schewiakoff in Mem. Acad. imp. Sc. de St. Petersburg, Ser. VII T. 41 No. 8 (1893) (Fig. 30 D, E). — Die Zellen einzeln lebend, ellipsoidisch, stark abgeplattet und ein wenig gebogen. Die Zellwand dick, auswendig glatt, vorn mit einer Öffnung, durch die eine Geißel hervorragt. Die Membran besteht aus zwei Hälften wie bei einem *Phacotus*. 1 kontraktile Vakuole seitlich an dem vorderen Ende, aber kein Stigma. Der bleichgrüne Chromatophor ist becherförmig und enthält 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Längsteilung. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Süßwasserart, *X. Lauterbachi* Schewk. aus Australien.

6. *Kleiniella* Francé in Jahrb. für wiss. Botanik Bd. XXVI (1894). — Von dieser Gattung weiß man nur, daß sie eine grüne Parallelförmigkeit zur *Chlamydocepharis* (s. S. 64) sein soll. Wohl am besten zu streichen, da sie in Wirklichkeit fast nur einen begriffslosen Namen darstellt.

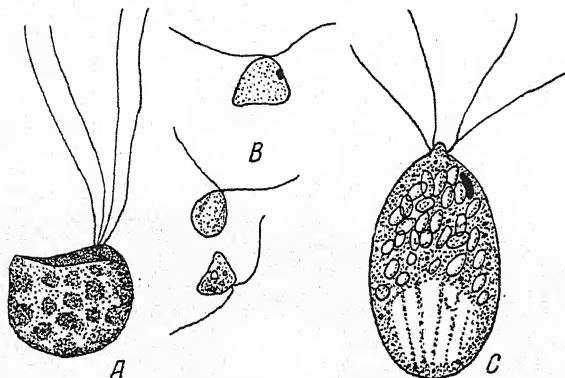


Fig. 31. A *Cymbomonas tetramittiformis* Schiller. — B *Chlorotriangulum minutum* Kufferath. — C *Polytomella agilis* Beaurapaire Aragao. (A nach Schiller; B nach Kufferath, 825/1; C nach Doflein.)

7. *Cryodactylon* Chodat in Bull. Soc. Bot. Genève XIII (1922) 80. — Nach dem Autor der Gattung mit *Scotiella* wahrscheinlich verwandt, aber die flügelartigen Rippen der Membran fehlen, ebenfalls die gelben Öltropfen. Die Zellen sind länglich-elliptisch, mit 1 oder mehreren bleichgrünen Plastiden und farblosen Öltropfen in den Enden der Zellen versehen. Übrigens ganz unbekannt.

1 Art, *C. glacile* Chod. im Firngebiet auf dem St. Gotthard in der Schweiz.

8. *Chlorotriangulum* Kufferath in Ann. Biol. lacustr. VII (1914) (Fig. 31 B). — Zellen

klein, freilebend, dreieckig; Vorderende abgerundet mit 2 gleich langen Geißeln; Hinterende breit, schwach konkav, manchmal unregelmäßig ausgeschweift. Der grüne Chromatophor füllt die ganze Zelle aus und enthält ein kleines undeutliches Pyrenoid. Stigma groß, rund, im vorderen Teil der Zelle. Sonst nichts bekannt.

1 Art, *C. minutum* Kufferath, aus Süßwasser in Luxemburg beschrieben.

Anm. Die Gattung ist sehr unvollständig untersucht; es liegt keine Angabe über die Beschaffenheit der Membran, Teilung usw. vor, so daß es völlig unsicher ist, ob sie eine Polyblepharidinee oder Chlamydomonadinee ist. Der Autor verweist auf die Ähnlichkeit mit *Brachiomonas* Bohlin, und Pascher macht darauf aufmerksam, daß nach Klebs *Hormidium* ganz ähnliche asymmetrische Schwärmer hat.

9. *Cymbomonas* Schiller in Sitzber. k. Akad. d. Wissensch. Wien Bd. 122 Abt. I (1913) 626 (Fig. 31 A). — Zellen einzeln, freischwimmend, etwas metabolisch, kugelig-oval, ± seitlich zusammengedrückt. Geißelpol verschieden ausgebildet, mit Furche oder schief abgeschrägt, eine Stelle häufig höckerartig überhöht, stets bilateral symmetrisch. 4 Geißeln von ungefähr doppelter Zellenlänge. Der rückwärtige Pol ist abgerundet. Eine relativ zarte Membran umschließt den Zelleib, der einen dunkelgelbgrünen bis fast farblosen, muldenförmigen Chromatophoren führt, der oft scheinbar in einzelne rundliche Platten zerfällt. Pyrenoide, Stigma und pulsierende Vakuolen nicht beobachtet. Vermehrung durch Teilung in der Symmetrieebene.

3 Arten, *C. tetramittiformis* Schiller, *C. adriatica* Schiller und *C. Klebsi* Schiller vereinzelt als Meeresplanktonen im Adriatischen Meere.

Anm. Die Form der Zelle und die Zahl der Geißeln stimmt recht gut mit dem farblosen Süßwasserflagellaten *Tetramitus* überein.

10. *Uva* Playfair in Proceed. of the Linnean Soc. of New South Wales, Vol. XXXIX Part 1 (1914) 108. (*Chlamydo botrys* Korschikoff, Zur Morph. und Syst. der Volvocales in Russisch. Archiv für Protistologie, T. III (1924) 45—56; *Pyro botrys* Arnoldi, Neue Organism. d. Volvocales in Jubiläumsschr. für Prof. K. A. Timirjaseff, 1914; *Chlamydospaera* Schkorbatow in Korschikoff, Über zwei neue Organismen aus der Gruppe der Volvocales in Russisch. Archiv für Protistologie, T. II, 170—178; *Spondylomor um* Playfair p. p.) — Kolonien rasch beweglich, kugelig bis eiförmig traubig, ohne gemeinsame Gallerthülle, aus 8, 16 oder 32, ausnahmsweise aus einer anderen Anzahl von lose verbundenen Zellen bestehend, welche leicht in 1—4zellige Gruppen zerfallen können. In den Kolonien liegen die Einzelzellen zu viere beisammen und in solchen Kränzen zu mehreren übereinander angeordnet, daß die Zellen der aufeinanderfolgenden Kränze miteinander alternieren. Die Einzelzellen sind kugelig-eiförmig mit \pm dicht anliegender Membran, die am Hinterende vom Protoplasten abgehoben, verdickt oder schwanzartig ausgezogen und gekrümmt ist. Im vorderen farblosen Teil der Zelle sind 2 lange Geißeln inseriert, und an der Basis derselben befinden sich 2 kontraktile Vakuolen. Der Chromatophor ist becherförmig, an seiner Basis stark verdickt, ohne Pyrenoid. Ein großer Augenfleck vorhanden. Durch sukzessive vegetative Teilungen im Bewegungszustand entstehen in jeder Zelle 8 Tochterzellen, welche schon innerhalb der Muttermembran eine neue Kolonie bilden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von nackten, 2geißeligen, breit eiförmigen Isogameten, welche zu 4 oder 8 in den Mutterzellen gebildet werden. Die reifen Zygoten sind dagegen nicht beschrieben. Aplanosporen werden durch Abrundung und Encystierung des Protoplasten innerhalb der Membran gebildet.

Wahrscheinlich nur 2 Arten im Süßwasser in Australien und Europa: *Uva casinoënsis* Playfair (= *Chlamydo botrys gracilis* Korsch., = ? *Spondylomor um quaternarium* Ehrb. [S. 51]) und *U. stellata* (Korsch.) Printz (= *Chlamydo botrys stellata* Korsch., = ? *Spondylomor um caudatum* Schiller = *S. stellatum* [Korsch.] Printz).

Anm. Die Gattung ist sehr unsicher und weicht von *Spondylomor um* eigentlich nur durch die Zahl der Geißeln ab; es handelt sich möglicherweise um eine zweigeißelige Rasse von *Spondylomor um*. Über die Variabilität der Geißeln wissen wir aber nichts, und bis auf weiteres muß daher die Gattung *Uva* aufrecht erhalten werden.

11. *Chlorovitta* Schiller in Archiv für Protistenkunde Bd. 53 (1926) 104. — Zellen einzeln lebend, ohne Membran, aber mit sehr dünner Plasmahaut, stark metabolisch. Plasma feinkörnig und durchscheinend, darin 4—6 bandförmige oder unregelmäßig geformte grüne Chromatophoren, die zur Längsachse der Zelle senkrecht oder schräg verlaufen. 4 Geißeln, sehr dünn, wenigstens dreimal länger als die Zelle. Innerer Bau, Vermehrung usw. ganz unbekannt.

Einzige Art, *C. mutabilis* Schiller, vereinzelt im Plankton der Adria.

Anm. Die Gattung ist sehr unvollständig untersucht. Die starke Metabolie und das Fehlen der Zellmembran deutet auf Verwandtschaft mit den Polyblepharidaceen; welche Bedeutung in systematischer Hinsicht die bandförmigen Chromatophoren im Gegensatz zu dem einzigen der Polyblepharidaceen beigelegt werden soll, ist unsicher.

12. *Oltmannsia* Schiller in Archiv für Protistenkunde, Bd. 53 (1926) 105. — Zellen freischwimmend, oval, vorn und rückwärts flach abgerundet, schwach metabolisch, ohne Membran, Plasmahaut dünn. 1 Zellkern. Im Zellinnern kommen reichlich stärkehaltige Körper zum Vorschein, aber ein Pyrenoid ist nicht beobachtet worden. Chromatophor gelbgrün, unregelmäßige Platten darstellend. Geißeln 2, gleich lang, bandförmig und körperlang. Sonst unbekannt.

Nur 1 Art, *O. viridis* Schiller, als Plankton in der Adria, angeblich in 50—100 m Tiefe.

Anm. Diese sehr unvollständig bekannte Gattung scheint mit *Chlorovitta* verwandt zu sein.

Farblose Nebenformen der Volvocaceae (Hyalovolvocaceae).

Wichtigste Literatur: Ph. van Tieghem, Sur une Volvocinée nouv. dépourvue de Chlorophylle (*Sycamina nigrescens*) (Bull. d. l. Soc. botanique de France, T. 27, Paris 1880). — J. Krasilschtschick, Zur Systematik u. Entwicklungsgesch. von *Polytoma* Ehrb. (Zool. Anzeiger, Bd. 5, Leipz. 1882). — G. Klebs, Über Organisation einiger Flagellatengruppen (Untersuch. aus d. botan. Institut Tübingen, Bd. I, Leipzig 1883). — R. Francé, Die Polytomeen (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 26, Berlin 1894). — O. Zacharias, Zur Mikrofauna d. Sandforter Teiche (Forschungsber. a. d. Biologischen Station zu Plön, T. 5, Stuttgart 1897). — G. Senn, Flagellata (Nat. Pflanzenfam., T. I, Abt. a., Leipzig 1900). — H. de Beaulieu Arago, Untersuchungen über *Polytomella agilis* nov. gen. nov. spec. (Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro

2, 1, 1910). — Pringle A. Jameson, A new Phytoflagellatae, *Parapolytoma satura* nov. gen. nov. spec. (Archiv f. Protistenkunde 1914). — A. Pascher, Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1916). — Jos. Schiller, Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926).

Außer den oben besprochenen chlorophyllgrünen Volvocaceen gibt es auch eine Reihe farbloser Formen, die aber in ihrer Organisation und Entwicklungsgeschichte eine große Ähnlichkeit mit den chlorophyllgrünen Volvocaceen zeigen.

Eine Erklärung der phylogenetischen Entwicklungen dieser farblosen Formen ist in zweierlei Weise denkbar: entweder als eine selbständige Entwicklungsreihe, so wie wir ja die Entwicklung der chlorophyllgrünen Formen auffassen, oder als reduzierte Formen, die von den entsprechenden chlorophyllgrünen Formen abstammen. Beides ist möglich, und ich bin geneigt, für die Gattung *Sycamina* v. Tiegh. die erste, für die Gattungen *Polytoma* Ehrb., *Tetralepharis* Senn und *Chlamydolepharis* Francé die letzte Entwicklungsweise anzunehmen. Es zeigt sich ja innerhalb der verschiedensten Algengruppen (z. B. *Peridineae*, *Bacillariaceae* usw.), daß einige Arten, wenn sie mit assimilierbaren organischen Substanzen reichlich versehen werden, sich damit begnügen können und ihre physiologische Fähigkeit, Kohlensäure selbständig zu assimilieren, ganz aufgeben. Infolgedessen verlieren diese Formen auch allmählich die für die Kohlensäureassimilation bestimmten Organe (die Chromatophoren), nicht aber die Fähigkeit, aus den aufgenommenen organischen Substanzen Stärke (*Polytoma*) oder fettes Öl (*Chlamydolepharis*) zu bilden. *Chlamydomonas viridemaculata* z. B., dessen Chromatophoren ziemlich stark reduziert sind, bildet einen Übergang. Bisweilen scheint das Pyrenoid nicht ganz verschwunden zu sein, bleibt aber dann als ein mit Kernfarbstoffen nachweisbares Körperchen in der Zelle zurück (*Tetralepharis globulus* [Zach.] Senn), obschon der Chromatophor ganz verschwunden ist.

Wenn man von den Organen der Kohlensäureassimilation absieht, stimmt der Zellbau und die Entwicklungsgeschichte bei diesen farblosen Formen beinahe ganz mit derjenigen der entsprechenden grünen Formen überein: *Polytoma* Ehrb. ist deshalb als farblose Nebenform zu *Chlamydomonas* Ehrb., *Tetralepharis* Senn zu *Carteria* Dies., *Chlamydolepharis* Francé zu *Coccomonas* Stein und *Polytomella* zu den Polyblephariiden aufzufassen. Nach dem, was wir von dem Bau und der Entwicklungsgeschichte dieser Formen wissen, liegt es sehr nahe, anzunehmen, daß die erwähnten farblosen Formen sich von den entsprechenden chlorophyllgrünen infolge ihrer saprophytischen Lebensweise entwickelt haben.

Betreffend die Gattung *Sycamina* v. Tiegh. stellt sich das Verhältnis anders. Freilich hat *Sycamina* eine gewisse Ähnlichkeit mit der chlorophyllgrünen Gattung *Spondylomorom* Ehrb., aber diese Ähnlichkeit ist gewiß nur ganz äußerlich. Freilich ist die Entwicklungsgeschichte bei diesen beiden Gattungen wenig bekannt, das bisher Bekannte stimmt aber auch nicht gut überein: Bei *Spondylomorom* haben alle Zellen 4 Geißeln, bei *Sycamina* haben nur die äußeren Zellen in der Kolonie 2 Geißeln, die inneren sind geißellos. Die vegetative Vermehrung bei *Spondylomorom* geschieht wie bei den Gattungen *Pandorina*, *Eudorina*, *Stephanoon* u. a. dadurch, daß die einzelnen Zellen sich in so viele Tochterzellen teilen, wie die betreffende Kolonie enthalten soll, dann erst lösen sich die Tochterkolonien aus dem Bunde der Mutterkolonien. Bei *Sycamina* ist aber die vegetative Vermehrung ganz eigenartig, entweder teilen sich die Kolonien durch Segmentation in zwei Tochterkolonien, oder die einzelnen Zellen lösen sich voneinander, die geißeltragenden teilen sich und können sich entweder wieder voneinander lösen, oder sie bilden sofort neue Tochterkolonien.

Bei *Polytoma* und *Chlamydolepharis* sind Aplanosporen bekannt, die sich auf ähnliche Weise wie bei den entsprechenden chlorophyllgrünen Gattungen entwickeln. Bei *Sycamina* sind auch ähnliche Aplanosporen bekannt, nicht aber bei *Spondylomorom*.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei diesen farblosen Formen nur bei *Polytoma* und *Polytomella* bisher bekannt und stimmt in allen Hauptzügen mit der entsprechenden bei *Chlamydomonas* überein.

I. Farblose Polyblepharideae (Polytomelleae).

1. *Polytomella* de Beaurepaire Aragao in Mem. Ist. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 2, 1 (1910) 42 (Fig. 31 C). — Zellen länglich, ei- bis birnförmig, von einer zarten, formver-

änderlichen, nicht aus Zellulose bestehenden Membran umgeben. An dem breiteren Vorderende sind die Zellen mit einer kleinen, fast halbkugeligen Warze und 4 gleich langen, nach vorn gerichteten Geißeln von etwa $\frac{2}{3}$ der Körperlänge versehen, welche je aus einem Basalkörnchen entspringen. Innerhalb der Membran ist das Protoplasma in feinen, oft verzweigten Strängen angeordnet, welche dem ganzen Organismus ein längsstreifiges Aussehen verleihen. Ein muldenförmiges, deutliches Stigma liegt weit nach vorn, ganz an der Oberfläche des Protoplasmas, nicht selten sind mehrere rote, stigmenähnliche Flecken vorhanden. 1 Zellkern ist zentral oder in der vorderen Hälfte des Körpers gelegen, und am Vorderende befinden sich nebeneinander 2 kontraktile Vakuolen. In den Zellen ist Stärke oft reichlich vorhanden, bisweilen kommen auch Fett und Volutin vor. Vermehrung durch Längsteilung, indem eine bald vom Vorder-, bald

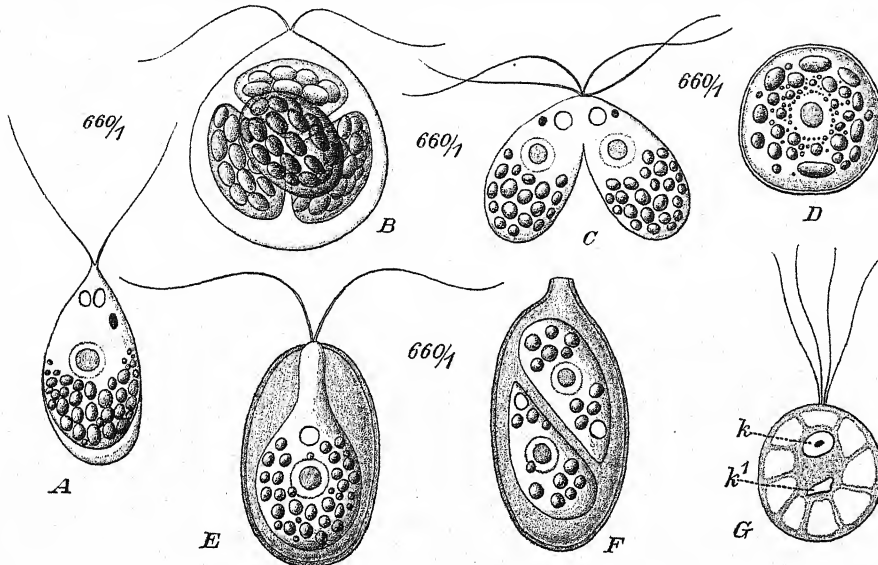


Fig. 32. A—D *Polytoma uvella* Ehrh. A Gewöhnliche Zelle; B Teilung; C Kopulation; D Zygote. — E, F *Chlamydocepharis brunnea* Francé. E Gewöhnliche Zelle; F Teilung. — G *Tetrablepharis globulus* (Zach.) Senn. (A—F nach R. Francé 660/1; G nach O. Zacharias.)

vom Hinterende beginnende Furche das sich teilende Individuum durchschnürt. Im allgemeinen werden die vier Geißeln so verteilt, daß jede der beiden Tochterindividuen ihrer 2 erhält, und aus dem Basalkörper werden die fehlenden 2 Geißeln gleichzeitig oder nacheinander regeneriert. Kopulation von Individuen ohne Geschlechtsdifferenz, worauf die Geißeln verschwinden und eine dickwandige Zygote gebildet wird. Außerdem können die vegetativen Zellen sich direkt incystieren, die Geißeln lösen sich allmählich ab, die Zellen werden kugelig und umgeben sich mit einer deutlich doppelt konturierten Membran. Bei der Keimung, die nach einer Ruhezeit stattfindet, entstehen in jeder Cyste 1 oder 2 neue vegetative Individuen, welche erst amöboide Bewegungen zeigen, später aber frei umherschweben.

1 Art, *P. agilis* de Beaurepaire Aragao, zuerst in Kulturgefäßen mit Süßwasser in Rio de Janeiro, später auch in Europa gefunden. Sie hat wahrscheinlich eine kosmopolitische Verbreitung.

II. Farblose Chlamydomonadeae (Polytomeae).

2. *Polytoma* Ehrenberg, Infus. (1838) 24 (Fig. 32 A—D). (*Monas* Müll. p. p., *Ulvella* Bory, *Chamaemorus* Bory, *Chlamydomonas* Cohn p. p., *Glenopolytoma* Dies., *Glenophytum* Dies.) — Zellen oval oder nach hinten zu etwas gespitzt mit (1—)2 Geißeln. Die Zellhaut ist weich, \pm dünn, bisweilen streifig. 2 bis 15 kontraktile Vakuolen im ganzen Körper verteilt. Stigma meistens vorhanden. Chromatophor und Pyrenoide fehlen, aber im Zyto-

plasma kommen Stärkekörner vor. Vegetative Vermehrung durch Querteilung. Aplano-sporen kugelig. Gameten von der Gestalt der Zoosporen, aber kleiner und mit kaum merkbarem Geschlechtsunterschied. Die Zygote kugelig mit glatter Membran. Nach Pringsheim ist sie vorzugsweise auf Essigsäure gestimmt.

9 Arten im Süßwasser in Europa und Südamerika, die gewöhnlichste Art ist *P. uvella* Erhrb. (= *Chlamydomonas hyalina* Cohn). *P. caudata* Korsch. und *P. acus* Korsch. ist neulich von Rußland beschrieben.

3. Parapolytoma Jameson in Arch. f. Protistenkd. Bd. 33 (1914) 21. — Zellen einzeln, frei lebend, rund-oval, mit deutlicher Membran, vorn seicht, etwas schief ausgerandet. Im Vorderende 2 Geißeln von Körperlänge oder etwas länger, die von 2 basalen Körnchen, unmittelbar unter der Membran liegend, ausgehen. Wahrscheinlich nur 1 kontraktile Vakuole. Chromatophor fehlt, Stigma nur sehr selten vorhanden. Stärke ist nicht nachweisbar, und die chemische Zusammensetzung der Reservennahrung, die als große Körner die Zellen ausfüllen kann, ist nicht näher bekannt (Volutin?). Vermehrung durch Teilung des Protoplasten in 4 Tochterzellen im beweglichen Zustande. Die erste Teilung ist immer eine Querteilung.

1 Art, *P. satura* Jameson, in Schottland.

III. Farblose Carterioideae (Tetrapharideae).

4. Tetrapharis Senn in Forschungsber. Plön, Teil V (1897) (Fig. 32 G). (*Chlamydomonas* Klebs p. p., *Tetramitus* Zacharias p. p., in Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön, Teil V [1897].) — Zellen eiförmig-kugelig mit 4 Geißeln. Zellhaut weich, ± dünn, bisweilen längsstreifig. Mit oder ohne Stigma und mit 2 kontraktilen Vakuolen. Chromatophor fehlt (Pyrenoid? bisweilen vorhanden), im Zytoplasma Stärke und fettes Öl. Vegetative Vermehrung durch Querteilung. Aplanosporen und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

3 nur wenig bekannte Arten, *T. multifilis* (Klebs) Wille (= *Chlamydomonas multifilis* form. Klebs), *T. globulus* (Zach.) Senn (= *Tetramitus globulus* Zach.) und *T. obovalis* Pascher, im Süßwasser in Europa.

IV. Farblose Phacoteae (Chlamydotharideae).

5. Chlamydotharis Francé in Pringsh. Jahrb. XXVI (1894) 369 (Fig. 32 E, F). Die Zellen oval oder eiförmig mit 2 Geißeln und 2 kontraktilen Vakuolen am vorderen Ende. Stigma vorhanden. Chromatophor und Pyrenoide fehlen, aber Stärke und farbloses oder rotes Öl kommen im Zytoplasma vor. Die Zellhaut ist sehr dünn anliegend, aber weit abstehend findet sich eine chitinhaltige, spindel- oder eiförmige, farblose oder gelbbraunliche Schale, vorn mit einer großen Öffnung versehen, durch welche die Geißeln hervorragen, und auf den Seiten kleinere oder größere Poren. Vegetative Vermehrung durch Querteilung. Aplanosporen kugelig, dickwandig, glatt. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

2 Arten, *Ch. brunnea* Francé im Süßwasser in Europa und *C. Knolli* Schiller im Adriatischen Meere. Die Zugehörigkeit der letzten zur Gattung *Chlamydotharis* ist nur wahrscheinlich.

V. Farblose Volvocineae (Sycamineae).

6. Sycamina v. Tieghem in Bull. Soc. Bot. France XXVII (1880) 200. (*Coccosphaera* Perty.) — Die kugeligen Kolonien bestehen aus Hunderten von kleinen, kugeligen Zellen, die maubereenartig ohne gemeinsame Gallerthülle vereinigt sind. Die Zellen haben eine dicke Membran und enthalten schwarze, bräunliche oder rötliche Farbstoffe, während die Chromatophoren fehlen. Die peripherischen Zellen in den Kolonien haben 2 Geißeln, die inneren Zellen sind geißellos. Vermehrung durch Teilung der Kolonie in 2 Tochterkolonien oder durch Auflösung der Kolonie in ihre einzelnen Zellen; die geißeltragenden teilen sich und bilden entweder direkt neue Kolonien oder lösen sich erst wieder in Teilzellen (*Palmella*-Stadium?). Aplanosporen kugelig. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *Sycamina nigrescens* v. Tiegh. (= *Coccosphaera ambigua* Perty), im Süßwasser in Europa.

Tetrasporaceae.

Mit 16 Figuren.

Wichtigste Literatur: H. F. Link in Schrader, N. Journal für Botanik III, 1809. — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae I, Nordhausen 1845—49. — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — F. T. Kützing, Species Algarum, Lips. 1849. — A. Braun, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, Leipzig 1851. — G. Fresenius, Beitr. z. Kenntnis mikroskopischer Organismen (Abhandl. d. Senckenb. Ges., Bd. 2, Frankfurt a. M. 1856). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum III, 1868, S. 38—55. — L. Cienkowski, Über Palmellaceen und einige Flagellaten (Arch. f. mikr. Anatomie, B. 6, Bonn 1870). — J. Reinke, Über *Monostroma bullosum* Thur. und *Tetraspora lubricum* Ktz. (Pringsheims Jahrb., B. XI, Leipz. 1878). — Fr. v. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. III. Der Organismus d. Flagellaten, 1. H., Leipzig 1878. — A. Borzi, *Hauckia*, nuova Palmellacea (Nuovo Giorn. bot. Italiano, Vol. 12, Pisa 1880); Studi Algologici, I. Messina 1883. — G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen (Unters. a. d. bot. Inst. z. Tübingen, Bd. 1, Leipzig 1883). — J. de Toni, Sylloge Algarum, Vol. 1, Patavii 1889, p. 642—707. — M. Möbius, Beitr. z. Algenflora Javas (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. XI, Berlin 1893). — C. Correns, Über *Apicocystis Brauniana* (Zimmermann's Beitr. zur Pflanzenzelle, III., Tübingen 1893). — B. M. Davis, *Euglenopsis* (Annals of Botany, Vol. VIII, London 1894). — P. Kuckuck, Bemerk. z. mar. Algenveg. v. Helgoland (Wissensch. Meeresunters. N. F., Bd. 1, Kiel u. Leipz. 1894). — R. Chodat, Mat. l'Hist. d. Protococcoidées (Bull. l'Herb. Boiss., T. II, Genève 1894). — A. Borzi, Studi Algologici, II, Palermo 1895. — R. Chodat, *Staphia* Chod. un nouv. genr. (Bull. l'Herb. Boiss., T. V, Genève 1897). — K. Bohlin, Die Algen der ersten Regnellschen Exped. I. (Bihang t. k. sv. Vet. Akad. Handlingar, Bd. 23, Afd. III, No. 7, Stockh. 1897). — G. Senn, Über einige colonienbild. einzellige Algen (Bot. Zeit. Jahrg. 57, Leipz. 1899). — K. Bohlin, Etude s. la Flore Algol. d'eau douce d'Açores (Beih. t. sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 27, Afd. III, No. 4, Stockh. 1901). — R. Chodat, Algues vertes d. l. Suisse I, Berne 1902. — W. Schmidle, Not. zu einigen Süßwasseralgen (Hedwigia, Bd. 41, Dresden 1902); Bemerk. zu einigen Süßwasseralgen (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. XXI, Berlin 1903). — W. und S. G. West, Notes on Freshwater Algae, III (Journal of Botany, London 1903). — E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen XV (Forschungsber. d. biol. Station Plön, Bd. X, Stuttg. 1903). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, Algae of northwestern America (Univ. of Calif. Public. Botany, Vol. I, Berkeley 1903). — K. Yendo, Three spec. of marin. *Ecballocystis* (Botan. Magazine, Vol. 17, Tokyo 1903). — G. S. West, A Treatise on the British Freshwater Algae, Cambridge 1904. — R. Gerneck, Zur Kenntn. nied. Chlorophyceen (Beihefte z. Bot. Centralblatt, Bd. XXI, Abt. 2, Dresden 1907). — G. S. West, Report on the Freshwater Algae, includ. Phytoplankton, of the Third Tanganyika Expedition (Journ. of Linn. Soc., Botany, Vol. 38, London 1907). — A. Scherffel, Einig. z. Kenntn. v. *Schizochlamys gelatinosa* (Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 26a, Berlin 1908); *Asterococcus* n. g. *superbus* (Cienk.) Scherffel und dessen angebliche Beziehung zu *Eremosphaera*. (Ber. d. deutsh. bot. Ges., Bd. XXVIa, 1909. — F. S. Collins, The Green Algae of North America, Tufts College, Mass. 1909. — P. A. Dangeard, Recherches sur quelques Algues nouvelles ou peu connues II. *Chlorodendraceae* (Le Botanist., Paris 1912). — A. Pascher, Süßwasser-Flora Deutschlands usw., H. 5, Jena 1915. — G. S. West, Algae, Vol. I, Cambridge 1916. — F. E. Fritsch, Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa (Annals of the South African Museum, Vol. IX, Part. VII, London 1918). — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl. Bd. I, Jena 1922. — A. A. Elenkin, De Chlorangiorum forma nova, ad Culicis larvarum corpora vivente (Notulae systematicae ex Instituto Cryptogamico Horti Botanici Reipubl. Rossicae, T. III, H. 3, 1924).

Merkmale. Die Zellen sind während des längeren und wesentlicheren Teiles ihres Lebens unbeweglich, teilen sich vegetativ und leben vereinzelt oder meistens zu Kolonien von \pm bestimmter Gestalt vereinigt oder sind an Gallertstielen befestigt. Der Chromatophor ist meistens glockenförmig, selten aus mehreren Chlorophyllkörpern bestehend, oder sternförmig. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung nach 1—3 Richtungen. Die Zoosporen haben 4 oder 2 gleichlange Geißeln. *Palmella*-Stadium, Ruhestadium und Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten sind bei einigen Gattungen nachgewiesen worden.

Vegetationsorgane. Die Zellen einzeln oder — dadurch, daß die bei der Teilung gebildeten Tochterzellen sich nicht vollständig voneinander trennen — zu mehreren in Kopflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

lonien vereinigt, auf einfachen oder verzweigten Gallertstielen sitzend oder formlose bis bestimmt geformte mikro- oder makroskopische Gallertlager bildend.

Die Form der Kolonien ist verschieden, aber bei den einzelnen Arten ziemlich konstant, so daß sie zur Unterscheidung der verschiedenen Formen benutzt werden kann. Die Koloniebildung erfolgt meistens durch amorphe Gallertmassen oder durch Gallertstiele. Sie sitzen entweder zeit lebens fest (*Chlorangiaceae*, *Collinsiella*, *Apiocystis*) oder sind nur in der Jugend festgewachsen und lösen sich später von ihrer Unterlage ab (*Tetraspora lubrica* u. a.), oder sie schwimmen stets frei umher (*Gloeococcus*, *Gloeocystis*, *Astero-*

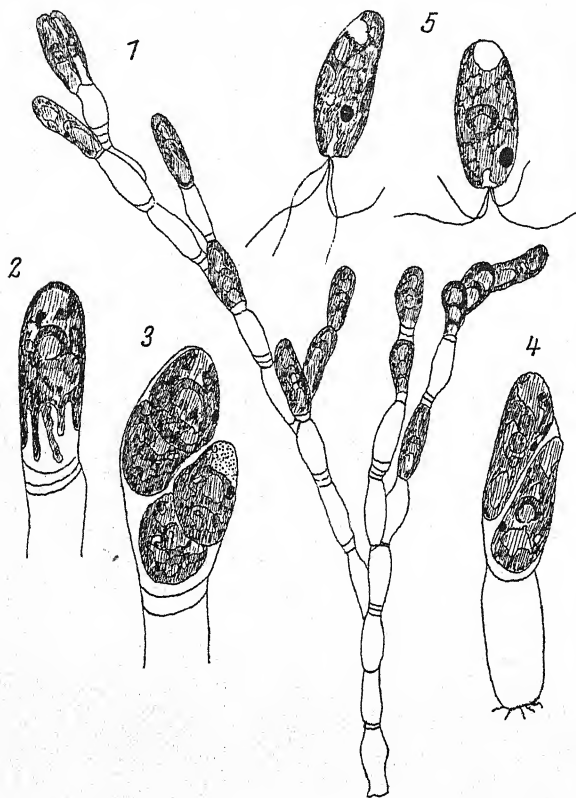


Fig. 33. *Prasinocladus subsalsa* Davis. Fig. 1—4 Verschiedene Stadien der Koloniebildung und Zellteilung; Fig. 5 Zoosporen. (Nach Davis, Fig. 1 250/1, Fig. 2—5 750/1.)

der größte Durchmesser der Zelle, zuweilen aber auch schmaler sein können. Bei *Apiocystis* (Fig. 34 und Fig. 42) und *Tetraspora* (Fig. 34 J—O) liegen die Zellen unregelmäßig in einer großen Gallertmasse eingelagert, welche entweder eine bestimmte Form haben und umgekehrt eiförmig oder spindelförmig. Die Zellen sind von einer dicht anliegenden Membran umgeben, welche bei einigen Formen ziemlich dünn sein kann, bei den meisten aber ziemlich dick, manchmal sogar konzentrisch geschichtet ist und sehr zur Verschleimung neigt. Die Zellmembran zeigt Zellulosereaktion, besteht aber in der Regel wenig-

Bau und Aussehen der einzelnen Zellen weisen eine ziemlich große Übereinstimmung auf. Die Form der Zellen ist im allgemeinen rund oder oval, zuweilen auch umgekehrt eiförmig oder spindelförmig. Die Zellen sind von einer dicht anliegenden Membran umgeben, welche bei einigen Formen ziemlich dünn sein kann, bei den meisten aber ziemlich dick, manchmal sogar konzentrisch geschichtet ist und sehr zur Verschleimung neigt. Die Zellmembran zeigt Zellulosereaktion, besteht aber in der Regel wenig-

coccus u. a.). Bei den festgehefteten Formen kommt es nicht selten zur Bildung besonderer Haftscheiben (*Apiocystis*) oder Rhizoiden (*Collinsiella*). Eine Stielbildung kommt bei *Chlorangiaceae* vor. Bei *Prasinocladus* sind gegliederte, verzweigte Gallertstiele vorhanden, die dadurch entstehen, daß die zur Ruhe gekommene Zoospore sich mit einer Zellwand umgibt und dann unter gleichzeitiger Zusammenziehung des Protoplasten in die Länge zu wachsen beginnt, bis der leer gewordene Raum die Länge der Zelle erreicht hat. Dann wird eine konvexe Querwand abgeschieden und dicht daneben oft noch eine zweite, dritte oder vierte. Durch wiederholtes Längenwachstum mit nachfolgender Abscheidung einer Querwand und dadurch, daß die bei der Teilung gebildeten Tochterzellen aneinander vorbeiwachsen, entstehen baumähnliche verzweigte Kolonien (Fig. 33). Bei *Physocytium* (Fig. 36) sind 1 oder mehrere Zellen von einer Gallertblase umgeben, welche mittels zweier langer, aber sehr feiner Stielchen an anderen Algen haftet. Bei *Hauckia* (Fig. 40) und *Hormotila* (Fig. 35) sind die Zellen in ± verzweigten Gallertstielen eingelagert, welche zuweilen breiter als

stens zum Teil aus Pektinverbindungen. Bei *Schizochlamys* ist die Membran ziemlich starr und wird bei der Zellteilung abgestreift oder in mehrere Stücke zersprengt, die sehr resistent sind und lange in der Nähe der Zelle erhalten bleiben (Fig. 41). Bei den vegetativen Zellen der Unterfam. *Tetrasporae* (*Tetraspora*, *Schizochlamys* und *Apiocystis*) kommen sogenannte Pseudocilien oder Gallertgeißeln vor. Diese durchsetzen gerade oder bogenförmig zu 2, 4 oder in Mehrzahl von jeder Zelle aus die Gallertmasse, treten bei den zwei erstgenannten Gattungen nicht aus dieser heraus, während sie bei *Apiocystis* weit aus den Gallertkolonien herausragen (Fig. 42). Die Gallertgeißeln bestehen aus einem zentralen, von Gallerte umgebenen Plasmafaden und stehen direkt mit dem Plasmateile der Zelle in Verbindung; sie sind bewegungslos, und ihre Bedeutung ist noch nicht erkannt. In jeder Zelle befindet sich 1 Zellkern, welcher eine sehr verschiedene Stellung einnehmen kann. Der Chromatophor ist im allgemeinen sehr groß und kann beinahe die ganze Innenwand der Zelle ausfüllen, so daß nur ein kleiner Ausschnitt an der Seite derselben frei bleibt. Er ist meistens glocken- oder muldenförmig, selten ist er sternförmig (*Asterococcus*), *Chlorangium* hat 2 längsverlaufende Chlorophyllbänder, bei *Schizochlamys*

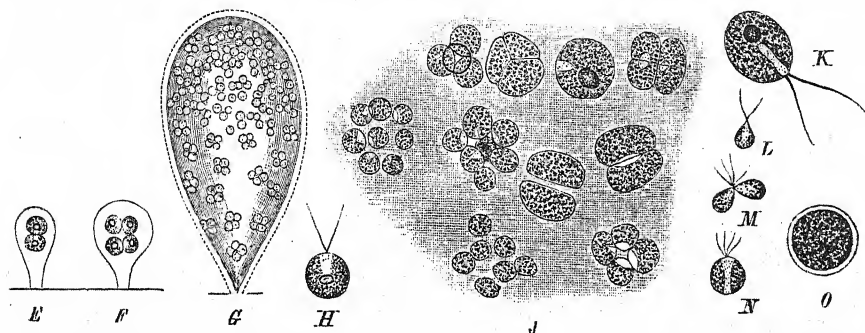


Fig. 34. E—H *Apiocystis Brauniana* Näg. E, F Junge Kolonien (300/1); G eine beinahe vollständig ausgewachsene Kolonie, viele Zellen in Teilung zeigend (100/1); H Zoospore (600/1). — J—O *Tetraspora lubrica* (Roth) Ag. J Stück eines Thallus, mit Gametenbildung; K Zoospore; L Gamet; M kopulierende Gameten; N eine bewegliche Zygozoospore; O eine Zygote nach Verlauf von 8 Tagen (360/1). (E—H nach Nägeli; J—O nach Reinke.)

besteht der Chromatophor aus mehreren mosaikartig nebeneinander liegenden Plättchen, und bei *Palmodictyon* und vielleicht auch bei *Hormotila* sind mehrere scheibenförmige Chromatophoren vorhanden. Die jungen Zellen von *Prasinocladus* (Fig. 38 B) haben bandförmig zerteilte Chromatophoren, später aber mantelförmige. Bei den meisten Gattungen ist 1 Pyrenoid vorhanden, *Ecballocystis* hat deren 2 in jeder Zelle und *Prasinocladus* hat ein eigentümlich napfförmiges Pyrenoid, das den Kern vollständig umschließt. *Palmodictyon* entbehrt des Pyrenoides. Kontraktile Vakuolen kommen in den beweglichen Stadien vor und sind auch in den unbeweglichen Stadien bei *Chlorangium* und *Asterococcus* nachgewiesen. Die genannten zwei Gattungen haben auch einen Augenfleck. Als Assimilationsprodukt treten Stärke und fettes Öl auf, gewisse Formen enthalten auch zeitweilig Hämatochrom.

Ungeschlechtliche Vermehrung geschieht sowohl durch gewöhnliche vegetative Teilung als durch Zoosporen. Die Teilung erfolgt entweder nur in einer Richtung des Raumes, so bei *Chlorangium* in der Querrichtung, wo aber die Tochterzellen aneinander vorbeiwachsen und dadurch eine Längsteilung vortäuschen; *Prasinocladus* hat eine schiefe Längsteilung, ähnlich ist es auch bei *Ecballocystis* der Fall. Oder sie kann auch in 2 Richtungen stattfinden, so daß einschichtige Kolonien zustande kommen, zuweilen aber auch nach 3 Richtungen. Letztere erfolgt z. B. bei *Apiocystis*, wo aber die Tochterzellen immer wieder an die äußere Gallertschicht der Kolonie hervorrücken. Bei der Teilung können die Gallertgeißeln entweder gleichmäßig auf beide Tochterzellen verteilt sein und die fehlenden neugebildet werden, oder sie bleiben sämtlich bei einer Tochterzelle, so daß bei der anderen Tochterzelle eine Neubildung aller Gallertgeißeln erfolgen muß. Die Zoosporen, die entweder direkt aus einer vegetativen Zelle oder erst nach Teilung der-

selben entstehen, sind eiförmig, zylindrisch, kugelig oder herzförmig, haben 2 oder 4 Geißeln, meistens auch einen roten Augenfleck. *Hormotila* hat birnförmige Zoosporen, die ein amöboides Kontraktionsvermögen zeigen. *Physocytium*, *Gloeococcus* und *Palmella* besitzen zweierlei Zoosporen. Bei dem erstgenannten bilden die größeren Zoosporen, die direkt aus den vegetativen Zellen entstehen, *Palmella*-Stadien, deren Zellen nach Teilung der Protoplasten kleinere Zoosporen liefern, die wieder epiphytische vegetative Zellen erzeugen. *Palmella*-Stadien sind bei *Physocytium*, *Gloeococcus*, *Apiocystis* und *Hormotila* bekannt. Sie entwickeln sich aus Zoosporen, welche sich mit einer Schleimmasse umgeben und wiederholt nach allen Richtungen teilen. Ruhende Akineten mit dicker Membran sind vielfach aufgefunden worden.

Die Fortpflanzung ist, soweit bekannt, eine Kopulation von Isogameten und ist bislang nur für gewisse Gattungen beschrieben (*Physocytium*, *Palmella*, *Tetraspora*, *Apiocystis*, *Gloeococcus*, *Collinsiella*). Bei den 2 letztgenannten ist aber der Kopulationsakt selbst noch nicht wahrgenommen; überdies werden auch bei *Chlorangium* Gameten angegeben. Die Gameten entstehen durch Teilung der vegetativen Zellen (Fig. 34, 36) oder aus den *Palmella*-Stadien. Sie sind bei *Tetraspora* kugelrund-eiförmig mit 2 Geißeln und meistens mit einem roten Augenfleck versehen. Die Zygoten sind rund mit glatter Membran und können entweder ruhend sein und einen roten Inhalt aufweisen, oder aber sie haben unter gewissen Umständen einen grünen Inhalt und zeigen unmittelbar Anzeichen von Keimung. Bei *Tetraspora* kommt auch Parthenogenesis vor, indem die Gameten hier, ohne Kopulation, sich zuweilen mit einer Membran zu umgeben scheinen.

Die Keimung der Zygoten erfolgt bei *Physocytium* (Fig. 36 N, O) dadurch, daß 1 oder 2 Zoosporen der größeren Form gebildet werden.

Verbreitung. Mit Ausnahme von *Hauckia*, *Prasinocladus*, *Collinsiella*, *Palmophyllum* und einer Art von *Chlorangium*, die Meeres- oder Brackwasserbewohner sind, kommen die Tetrasporaceen fast ausschließlich in stehendem, reinem Süßwasser vor, wo sie häufig an Wasserpflanzen, Hölzern, Steinen usw. grüne Überzüge bilden oder als Plankton auftreten. In kalten Gebirgsgewässern der Schweiz und Skandinaviens kommt *Tetraspora cylindrica* (Wahlenb.) Ag. vor. Auf feuchter Erde und feuchten Felsen leben *Palmella miniata* und *Gloeocystis rupestris*, *Hormotila*, *Gloeocystis*-Arten und Arten von *Schizochlamys*. *Chlorangium* kommt epizootisch an Crustaceen und Rotatorien vor. Einige Formen dieser Familie kennt man in allen Weltteilen, und die meisten scheinen eine große, fast kosmopolitische Verbreitung zu haben.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Tetrasporaceen schließen sich eng an die Volvocaceen an, sowohl durch die zytologische Struktur der Zellen wie durch die Vermehrung und die Fortpflanzung. Ich bin darin mit Pascher ganz einverstanden, daß sie eine direkte Weiterentwicklung der Volvocineen darstellen, bei der das unbewegliche *Palmella*- oder *Gloeocystis*-Stadium gegenüber dem beweglichen Flagellatenstadium immer mehr betont wurde, bis schließlich das Flagellatenstadium nur mehr propagativen Zwecken diene. Sie sind meistens nichts anderes als Chlamydomonaden, die den größten Teil ihres vegetativen Lebens in palmelloiden Zuständen verbringen und nur zu Zwecken der Vermehrung zum Flagellatenstadium zurückgreifen. Direkte Übergänge finden sich zahlreich, z. B. die *Chlamydomonas*-Arten, die unter Beibehaltung ihrer Flagellatenprotoplasten dennoch bereits fast den größten Teil ihres Lebens in einem unbeweglichen Gallertstadium verbringen und eigentlich schon halbe Tetrasporaceen sind. — Die Familie der Tetrasporaceen, so wie ich sie hier fasse, besteht aber aus mehreren verschiedenartigen Gruppen, die Unterfamilien oder sogar Familien, je nach Belieben, genannt werden können. Ich habe im folgenden 4 solche Unterfamilien aufgestellt, nämlich: *Chlorangieae*, *Palmelleae*, *Tetrasporeae* und *Palmophylleae*. Die *Chlorangieae* schließen sich durch *Chlorangium* sehr eng an die *Chlamydomonadeae*. Die *Tetrasporeae* und *Palmelleae* stehen ebenfalls den *Chlamydomonadeae* sehr nahe, die Gattung *Gloeococcus* wird sogar von einigen zu den *Chlamydomonadeae* gerechnet. Da die Zellen dieser Gattung die längste Zeit ihres Lebens im unbeweglichen Zustande verbringen, ist aber diese Gattung wohl am besten hier unter den Tetrasporaceen einzureihen. Die *Palmophylleae* zeigen Übereinstimmung sowohl mit den *Tetrasporeae* wie mit den *Chlorangieae*.

Von den meisten Algologen werden jetzt gewöhnlich die *Chlorosphaeraceae* (*Planophila*, *Chlorosarcina*, *Chlorosphaera* und *Entophysa*) als eine Unterfamilie bei den Tetra-

sporaceen eingereiht. Dem kann ich aber nicht beistimmen. Durch ihre Zellteilung, die eine echte Zweiteilung ist, wobei auch die alte Membran als ein Teil der Membran der neuen Zellen erhalten bleibt, schließen sich — meiner Meinung nach — die *Chlorosphaeraceae* näher an die *Pleurococcaceae* an, deren Zellteilungsmodus überaus charakteristisch ist und deshalb die »*Pleurococcus*-Teilung« genannt werden kann.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen mit Gallertgeißeln **II. Tetrasporaceae.**
 - a. Gallertlager von bestimmter Form und mit festerer Außenschicht; Gallertgeißeln lang, aus der Kolonie hervorragend **9. Apicocystis.**
 - b. Gallertlager ohne bestimmte Form und ohne feste Außenschicht.
 - a. Die Mutterzellmembran nach der Teilung allmählich verschleimend . . . **7. Tetraspora.**
 - β. Die Mutterzellmembran bei der Teilung abgestreift oder in mehrere Stücke zersprengt, die lange in der Nähe der Zelle erhalten bleibt **8. Schizochlamys.**
- B. Zellen ohne Gallertgeißeln.
 - a. Gallertlager makroskopisch mit fester, knorpeliger Außenschicht
 - a. Gallertlager unregelmäßig halbkugelig **IV. Palmophylleae.**
 - β. Gallertlager blattartig, unregelmäßig gelappt **15. Collinsiella.**
 - 16. **Palmophyllum.**
 - b. Gallertlager meistens mikroskopisch, ohne feste Außenschicht.
 - a. Zellen mittels einfacher oder verzweigter Gallertstiele oder Gallertwarzen festsitzend **I. Chlorangieae.**
 - I. Zellen mit 2 dünnen, unverzweigten Stielen befestigt **1. Physocytium.**
 - II. Zellen durch eine kurze, konische Gallertwarze an der Mündung der Mutterzellmembran angeklebt **4. Ecballocystis.**
 - III. Zellen zu zweien in besonderen dichotomisch-verzweigten Stielen . . . **5. Hauckia.**
 - IV. Zellen mit zylindrischen, oft verzweigten Stielen befestigt oder in zylindrische Gallertmassen eingebettet.
 - * Zellen spindelförmig mit 2 kontraktile Vakuolen an der Basis **2. Chlorangium.**
 - ** Zellen ohne kontraktile Vakuolen.
 - † In jeder Zelle zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren . **6. Hormotila.**
 - †† Chromatophor anfangs bandförmig, später mantelförmig . **3. Prasinocladus.**
 - β. Zellen ohne Gallertstiele, in eine oft geschichtete Gallertmasse vereinigt
 - III. Palmelleae.**
 - I. Zellen mit mehreren scheibenförmigen Chromatophoren, zu schlauchförmigen Gallertlagern vereinigt **14. Palmodictyon.**
 - II. Zellen mit 1 Chromatophor
 - 1. Zellen mit dicken, blasigen Hüllmembranen, einzeln oder zu mehreren von einer gemeinsamen, zumeist geschichteten Hülle umgeben.
 - * Chromatophor sternförmig **11. Asterooccus.**
 - ** Chromatophor glockenförmig **13. Gloeocystis.**
 - 2. Zellen nicht mit weiten, abstehenden Hüllmembranen.
 - * Gallertlager von ± bestimmter Form, nie flächenartig ausgebreitet **12. Gloeococcus.**
 - ** Gallertlager formlos, flächenartig ausgebreitet **10. Palmella.**

I. Chlorangieae.

Zellen ohne Gallertgeißeln mittels einfacher oder verzweigter, pseudo-dichotomischer Gallertstiele oder Gallertwarzen festsitzend, zuweilen zu einem makroskopischen unregelmäßigen Gallertlager vereinigt. Chromatophor 1 oder mehrere, mulden-, glocken- oder bandförmig. Pyrenoid meist vorhanden, kann aber auch fehlen. Kontraktile Vakuolen nur bei *Chlorangium* bekannt. Vermehrung durch Teilung nach 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes und durch 2- oder 4geißelige Zoosporen. Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten; auch Akineten und *Palmella*-Stadien sind bei einigen Arten bekannt.

1. Physocytium Borzi, Stud. Algologie fasc. I (1883) 71 (Fig. 36). — Die Zellen einzeln oder zu mehreren, sich innerhalb einer dünnen und kugelförmigen Gallerthülle bewegend, die mittels zweier langer, dünner Stiele, die durch Umbildung der Geißeln zustande kommen, an anderen Algen haftet. Die Zellen sind länglich bis eiförmig und haben einen roten Augenpunkt. Chromatophor wandständig, glockenförmig (ob mehrere Chromatophoren vorhanden?), mit einem Pyrenoid. Die durch Auflösung der Gallerthülle frei-

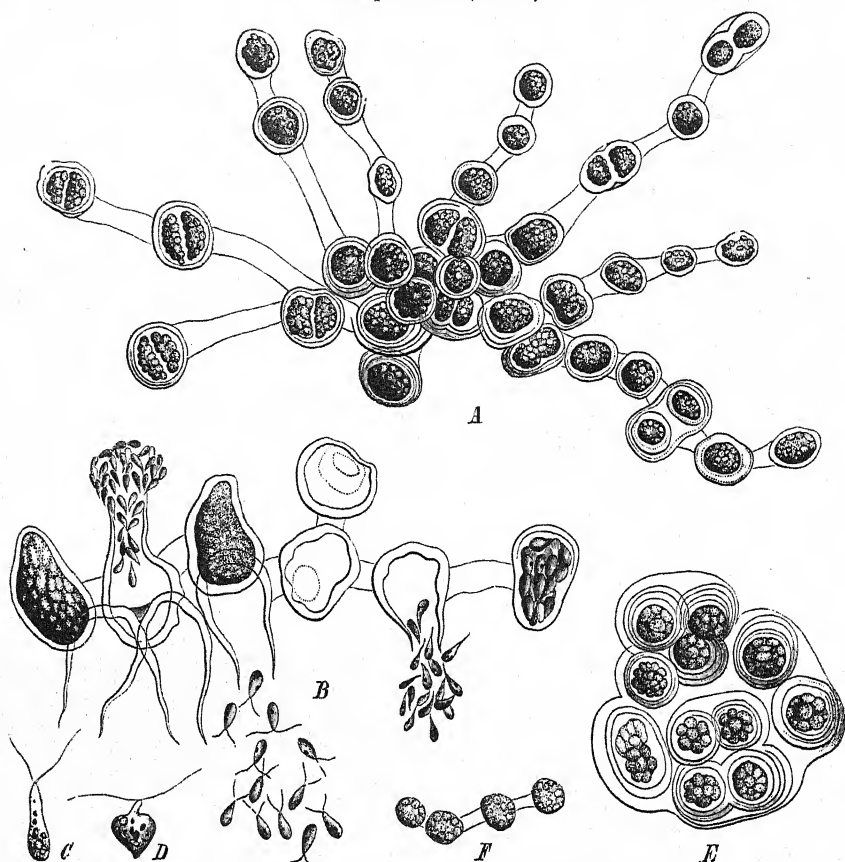


Fig. 35. *Hormotila mucigena* Borzi. A Eine große Kolonie, welche später Zoosporen bildet, einzelne Zellen in der Teilung; B Teil einer Zoosporen bildenden Kolonie mit verschiedenen Entwicklungsstadien; C frei schwimmende Zoospore; D eine solche mit amöbenähnlichen Bewegungen; E *Palmella*-Stadium; F beginnende Entwicklung einer Zoosporen bildenden Kolonie. (Nach Borzi, A, B, E, F 650/1; C, D 1320/1.)

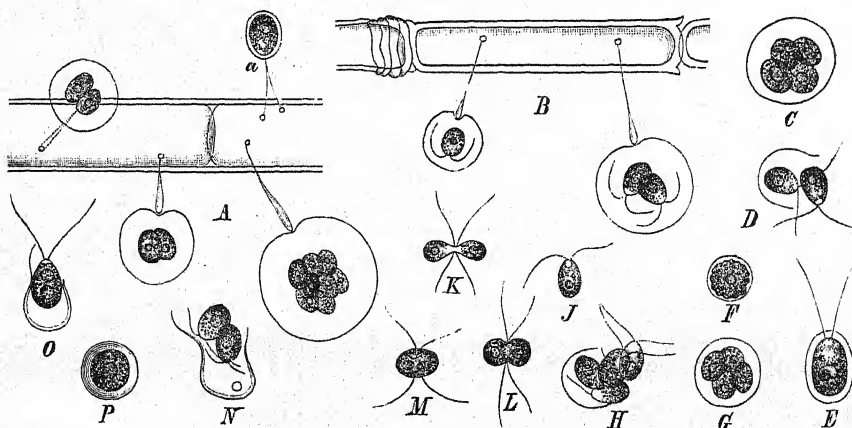


Fig. 36. *Physocytium confervicola* Borzi. A Ein *Spirogyra*-Faden mit jungen Kolonien: a eine Zoospore, welche sich soeben festgeheftet hat; B Kolonien vor dem Ausschwärmen der Zoosporen; C das *Palmella*-Stadium; D Ausschwärmen der kleinen Zoosporen; E Zoospore; F, G Entwicklung der Gameten; H Ausschwärmen der Gameten; J Gamet; K-M Kopulationsstadien; N, O Keimung der Zoospore; P eine der überwinternden Zellen (Akinet) des *Palmella*-Stadiums. (Nach Borzi, 660/1.)

werdenden Zoosporen sind eiförmig, mit etwas über körperlangen Geißeln und bilden ein *Palmella*-Stadium; aus diesem gehen kleinere Zoosporen hervor, welche wieder ein *Palmella*-Stadium bilden. Akineten können von überwinternden Zellen des *Palmella*-Stadiums gebildet werden. Die Gameten entstehen zu 4—16 durch sukzessive Teilungen gewisser abgerundeter, dem *Palmella*-Stadium angehöriger Zellen; sie haben einen Augenfleck, im übrigen aber dasselbe Aussehen wie die Zoosporen, kopulieren und bilden eine runde, ruhende Zygospore. Bei deren Keimung werden 1—2 größere Zoosporen gebildet, welche sich mit ihren Geißeln befestigen und eine farblose Gallerthülle ausscheiden.

Nur 1 Art, *C. confervicola* Borzi, an fadenförmigen Algen haftend, in süßem Wasser in Italien.

2. **Chlorangium** Stein, Der Organismus der Infusionsthiere, III; Der Organismus der Flagellaten, I. H. (1878) Tab. XIX, 1—7 (Fig. 37). (*Colacium* Ehrb., Infusionsth. 115; *Chlo-*

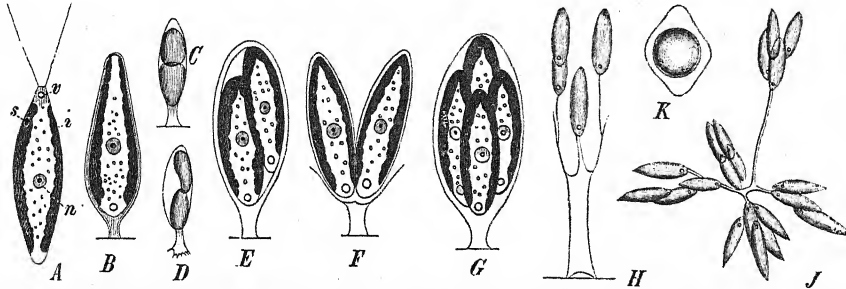


Fig. 37. *Chlorangium stentorinum* (Ehrb.) Stein. A Zoospore: *i* Chromatophoren, *n* Zellkern, *s* roter Augenfleck, *v* kontraktile Vakuole; B 12zelliges Individuum, welches mit einem dicken Gallertstiel an *Cyclops* festsetzt; C—E Teilungsstadien: F die umgebende gemeinsame Hülle gesprengt; H, J mehrzellige Kolonien; K ruhender Akinet. (A, B, E—G nach Stein, 650/1; C, D, H—K nach Cienkowsky, 320/1.)

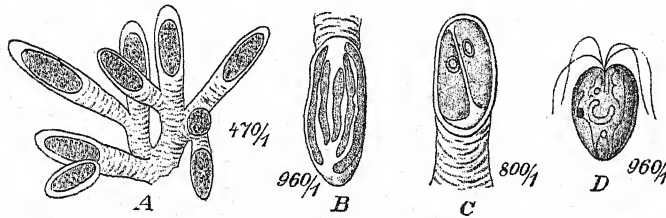


Fig. 38. *Prasinocladus lubricus* Kuck. A Eine kleine, durch verzweigte Gallertstiele verbundene Kolonie; B eine Zelle in Oberflächenansicht mit den bandförmigen Chromatophoren; C Teilung einer vegetativen Zelle; D Zoospore mit 4 Geißeln und Stigma. (Nach P. Kuckuck A 470/1; B, D 960/1; C 800/1.)

rangiella de Toni, Sylloge Algarum I [1889] 557.) — Die spindelförmigen Zellen sitzen an verzweigten, seltener auf einfachen Gallertstielen; 1 oder 2 längsgerichtete Chlorophyllbänder; in der Mitte jeder Zelle 1 Zellkern und an der Basis 2 kontraktile Vakuolen. Pyrenoid fehlend. Die Zellen können sich von ihren Stielen frei machen und werden zu Zoosporen, welche an den Enden etwas mehr zugespitzt sind als die vegetativen Zellen. Das eine Ende, welches bei der vegetativen Zelle nach unten gekehrt war und Vakuolen hatte, trägt jetzt 2 kurze Geißeln und zeigt vorne einen roten Augenfleck. Die Zoosporen befestigen sich mit dem Vorderende, verlieren die Geißeln und scheiden einen kurzen Gallertstiel ab. In diesem Zustand teilen sie sich durch Querteilung und gegenseitiges Vorbeiwachsen der Teilungsprodukte in 2—4 Tochterzellen, welche ebenfalls Gallertstiele absondern, während die Hülle der Mutterzelle sich auflöst; durch Wiederholung entstehen so buschige Kolonien. Akineten entstehen dadurch, daß die Zellen sich abrunden und sich mit einer spindelförmigen Hülle umgeben. Gameten werden angeblich in großer Zahl in jeder Mutterzelle gebildet. Kopulation und Zygosporen unbekannt.

4 Arten, *C. stentorinum* (Ehrb.) Stein, wächst auf *Cyclops*-Arten in süßem Wasser in Europa, *C. marinum* Cienk. kommt in Meereswasser vor, *C. javanicum* Lemm. an Rotatorien sitzend, *C. mucicola* Balach. ist aus Ladoga beschrieben.

3. **Prasinocladus** Kuckuck in Wissenschaftl. Meeresunt. N. F. Bd. I (1894) 261 (Fig. 33 und Fig. 38). (Inkl. *Euglenopsis* Davis, A New Algalike Organism in Annals of Botany Vol. VIII [1894] 377, Pl. XIX; *Chlorodendron* Senn, Flagellata in E. P. I, 1 [1900] 187.) — Die ovalen oder eiförmigen Zellen durch verzweigte Gallertstiele zu büschelförmigen Lagern vereinigt. Der Chromatophor anfangs stabförmig zerteilt, später mantelförmig, umschließt napfförmig den Zellkern. Pyrenoid fehlt (?). Vermehrung durch schiefe Längsteilung, seltener durch Querteilung. Die Zoosporen sind oval oder herzförmig mit

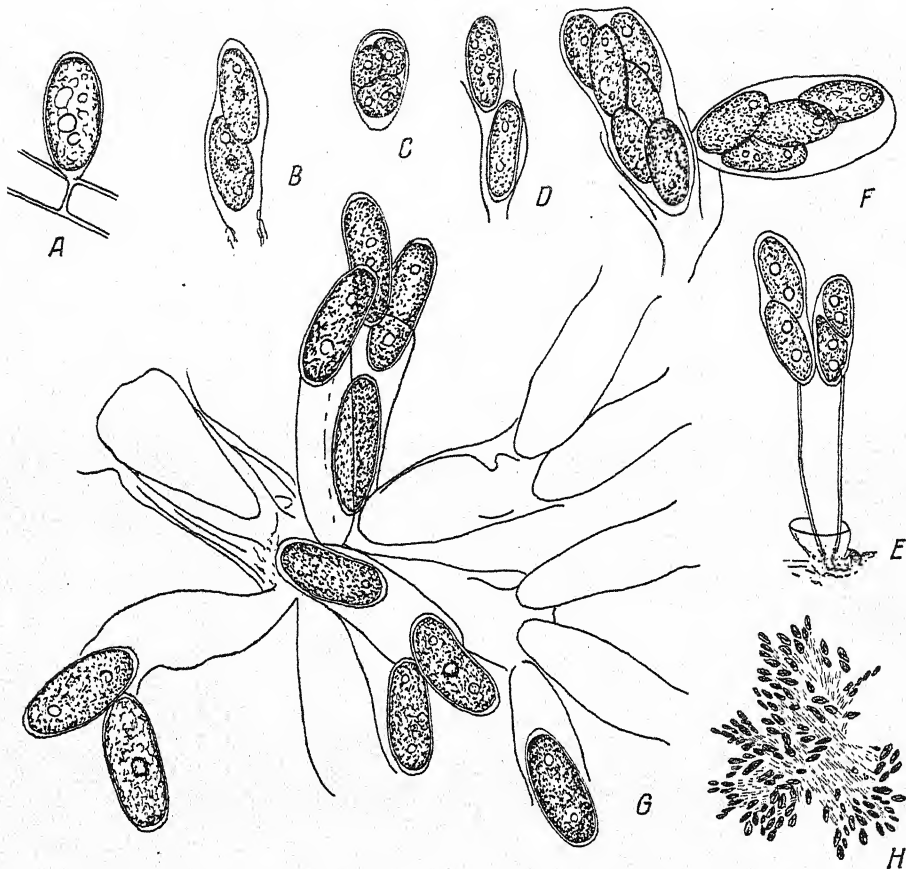


Fig. 39. A—G *Ecballocystis ramosa* Fritsch. A Initialzelle zu einer Kolonie; B 2 Tochterzellen unmittelbar vor Sprengung der Mutterzellmembran; C quergeteilte Zelle, die obere Tochterzelle hat sich von neuem geteilt; D 2 Tochterzellen nach Sprengung der Mutterzellmembran; E ältere Kolonie mit 2 entleerten Mutterzellmembranen und im oberen Teil mit 2 feststehenden schon geteilten Tochterzellen; F Kolonie mit Reproduktionszellen (Zoosporen?); G eine große Kolonie. — H *Ecballocystis pulvinata* Böhlin. Habitusbild einer etwas zerdrückten Kolonie. (A—G nach Fritsch 600/1; H nach Böhlin 80/1.)

einem Augenfleck in Höhe der Zellenmitte und 4 Geißeln am herzförmigen vorderen Ende. Kontraktile Vakuolen fehlen. Ruhestadien und geschlechtliche Fortpflanzung sind unbekannt.

2 Arten im brackischen oder salzigen Wasser: *P. lubricus* Kuck. in Europa und *P. subsalsa* Davis (= *Euglenopsis subsalsa* Davis) in Amerika und Europa. Die von Mme. Weber van Bosse beschriebene Art *P. (?) indicus* ist nur sehr unvollständig bekannt, scheint mir aber mit *Hauckia* näher verwandt zu sein.

4. **Ecballocystis** Böhlin in Bih. kgl. Sv. Vet. Akad. Handling. 23, III, Nr. 7 (1897) 7 (Fig. 39). — Bildet festsitzende, mikro- oder makroskopische Lager, die durch Teilung einer ursprünglichen Initialzelle, und durch eine hyaline Gallertwarze befestigt ist, ent-

stehen. Die Zellen sind oval-elliptisch, mitunter leicht gekrümmt, mit dünner Membran, an den Polen oft schwach verdickt. Der Chromatophor glockenförmig, parietal, mit 2—mehreren Pyrenoiden. Stärke vorhanden. Zellkern 1, zentral. Vermehrung durch Teilung, die entweder eine schiefe oder eine Querteilung ist, in 2 (—8) Tochterzellen, wonach die Muttermembran am oberen Teile zerplatzt. Die oberen Tochterzellen werden verdrängt und durch eine kurze, basale, konische Gallertausscheidung von der Zellwand an die Muttermembran unmittelbar bei der Öffnung angeklebt, während die übrigen Tochterzellen gewöhnlich in der Muttermembran zurückbleiben. Durch wiederholte Teilungen dieser Art wird eine verästelte Kolonie gebildet, in welcher man die zerplatzten Membranen mehrerer Generationen beobachten kann. Die älteren Membranreste scheinen nach und nach zu verschleimen. Aplanosporen bekannt. Vermehrung wahrscheinlich auch durch Zoosporen, die in einer Anzahl von 4—8 durch sukzessive Teilung der vegetativen Zellen entstehen.

3 Arten im Süßwasser, bisher nur aus der südlichen Halbkugel bekannt. *E. pulvinata* Bohlin an Felsen in einem Flusse in Brasilien, *E. ramosa* Fritsch und *E. simplex* Fritsch epiphytisch an verschiedenen Fadenalgen in Südafrika. Laut brieflicher Mitteilung von Professor Parthasarathy Iyengar kommt die Gattung auch in Indien vor.

5. *Hauckia* Borzi in Nuov. Giorn. bot. ital. XII (1880) 294 (Fig. 40). — Die ovalen oder ellipsoidischen Zellen sind zu zweien einem geraden oder krummen Gallertstiel, der letzten Teilungsgeneration angehörend, eingelagert; die eine Zelle liegt in der Spitze, die andere ungefähr in der etwas erweiterten Mitte des Stieles. Die Teilungen finden abwechselnd in allen Richtungen des Raumes statt, und nach jeder Teilung werden neue dichotomisch verzweigte Stiele gebildet. Aus allen Zellen können Schwärmzellen hervorgehen, und zwar entweder größere zu je 4 oder kleinere (Gameten?) zu je 8. Dieselben liegen ursprünglich in einem durchsichtigen Sacke, welcher durch einen Querriß frei wird, sind eiförmig und haben an dem vorderen Ende 2 Geißeln und an der Seite eine Vakuole. Beiderlei Schwärmzellen können sich mit einer Membran umgeben und danach unmittelbar an Größe zunehmen, worauf durch die gewöhnlichen Teilungen eine neue verzweigte Kolonie entsteht.

2 Arten, *H. insularis* Borzi, in salzigem Wasser auf Kalkfelsen in Italien, und *H. Indica* (Weber van Bosse) Printz auf Korallenriffen im Malayischen Archipel.

6. *Hormotila* Borzi, Stud. Algologici fasc. I (1883) 99 (Fig. 35). (Inkl. *Urococcus* G. S. West p. p., Freshwater Algae from Burma in Ann. Roy. Bot. Garden, Calcutta 1907, 227, Pl. XI, 17—21.) — Die kugelförmigen Zellen liegen, große Zwischenräume zwischen sich lassend, in einer Reihe in einfachen oder verzweigten, zylindrischen, oft konzentrisch geschichteten Gallertmassen, welche nach der Teilung zwischen den Tochterindividuen gebildet werden. Membran einfach oder geschichtet, farblos. Mehrere Chlorophyllkörner. Pyrenoid vorhanden. Kern zentral oder wandständig. Die Teilungen geschehen in 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes. Jede vegetative Zelle kann direkt eiförmig auswachsen und ihren Inhalt in 8—64 Schwärmzellen teilen, welche durch eine Öffnung an der Spitze austreten. Sie sind birnförmig, etwas kontraktile, zeigen an dem vorderen farblosen Ende 2 Geißeln und an der Seite einen roten Augpunkt; sie erzeugen entweder direkt eine gewöhnliche vegetative Pflanze oder auch ein *Palmella*-Stadium, welches aus kugeligen Zellen besteht, die in geschichteten Gallerthüllen liegen und sich in allen Richtungen des Raumes teilen. Aus einer jeden der Zellen des *Palmella*-Stadiums kann sich eine vegetative Pflanze entwickeln, indem die Zelle sich von den übrigen trennt und die Schleimhülle abwirft, nach der Teilung aber einen zylindrischen Gallertstiel zwischen den Tochterzellen hervorbringt. Die Befruchtung sowie Akineten unbekannt.

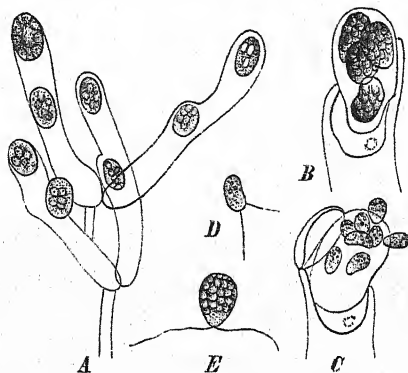


Fig. 40. *Hauckia insularis* Borzi. A Zellen, an verzweigten Gallertstielen sitzend; B Freiwerden der größeren, C der kleineren Schwärmzellen; D kleinere (Gamet?), E größere Schwärmzelle. (Nach Borzi, 300/1.)

2 Arten, wovon *H. mucigena* Borzi, in süßem Wasser auf untergetauchten Gegenständen oder auf feuchten Felsen grüne Überzüge bildend, die häufigste ist; in Süd- und Mitteleuropa, Nordamerika. *H. tropica* G. S. West in Birma. Chodat fand bei *Pleurococcus Hormotila*-ähnliche Zustände und hat *H. mucigena* zum Formenkreis von *Pleurococcus* gebracht. Dies bedarf jedoch einer erneuten sorgfältigen Prüfung.

II. Tetrasporaceae.

Die rundlichen Zellen, einzeln oder zu mehreren von einer gemeinsamen Hülle umgeben, meist in einschichtiger Lage in formlose oder bestimmt geformte, mikro- oder makroskopische, meistens unverzweigte Gallertmassen eingelagert, mit \pm langen, manch-

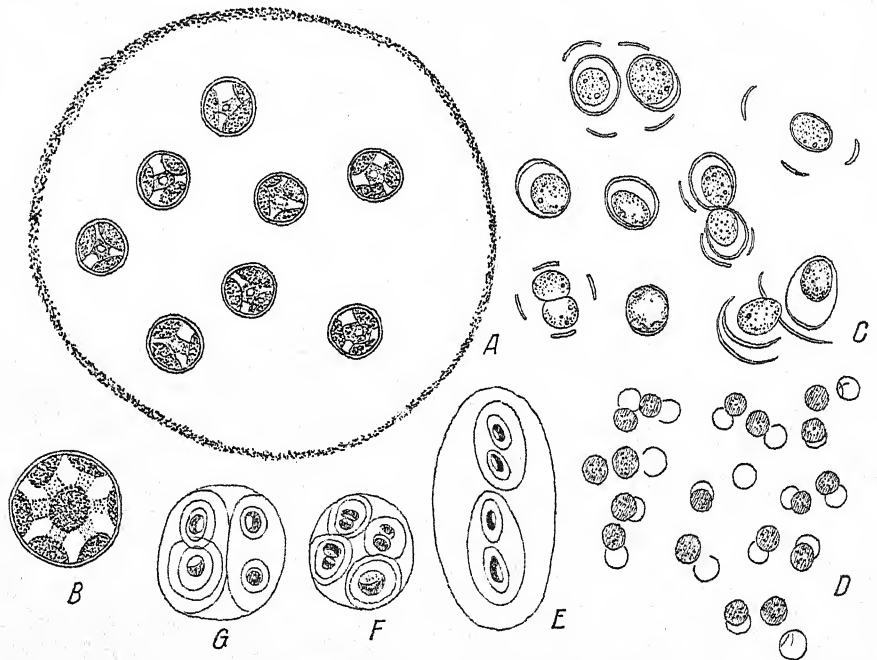


Fig. 41. A, B *Asterococcus limneticus* G. M. Smith, A 8zellige Kolonie, B Linzelzelle. — C *Schizochlamys gelatinosa* A. Br., Teil einer Kolonie. — D *Schizochlamys delicatula* West, Teil einer Kolonie. — E—G *Gloeocystis Naegelianiana* Artari. (A, B nach Smith, A 500/1, B 1000/1; C nach Chodat; D nach West; E—G nach Artari.)

mal aus dem Gallertlager hervorragenden Gallertgeißeln. Der Chromatophor glocken- oder muldenförmig, meistens mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung in 1—3 Richtungen und durch kurzlebige 2- oder 4geißelige Zoosporen. Isogame Gametenkopulation, *Palmella*-Stadium und Akineten vorhanden.

7. **Tetraspora** Link in Schrad. Journ. III, 1 (1809) 9 (Fig. 34 J—O). (*Rivularia* D. C. p. p., Flore Française II [1805] 5; *Conferva* Roth p. p., Catal. III [1806] 168; *Pexispermia* Rafin., Somiol. II [1814] 42; *Gastridium* Lyngb. Tent. Hydrophyt. Dan. [1819] 71; *Tetrasporella* Gaillon, Aperçu d'hist. natur. [1833]; *Palmella* Agardh p. p., Icon. Tab. 14; *Microcystis* Menegh. p. p. in Giorn. bot. ital. I, 1 [1844] 297; *Staphia* Chodat in Bullet. de l'Herb. Boissier, Tom. V, No. 11 [1897] 939, Tab. 23; überdies sind Arten unter den Namen *Ulva*, *Monostroma* und *Coccochloris* beschrieben worden.) — Die Zellen kugelig, zuweilen etwas eckig, in einschichtiger Lage, einzeln oder 2—4 einander genähert in eine leicht bewegliche, makroskopische, kugelige, längliche, schlauch- oder blasenförmige oder flach ausgebreitete, manchmal netzartig durchbrochene, freischwimmende oder festsitzende, homogene Gallertmasse eingelagert. Jede Zelle mit 2 Gallertgeißeln versehen, die ganz in

Gallerte eingeschlossen sind. Der Chromatophor ist muldenförmig, mit 1 Pyrenoid. Die Teilungen finden nur in zwei Richtungen des Raumes statt. Die Zoosporen, welche direkt von den vegetativen Zellen gebildet werden, sind oval und haben 2 Geißeln und in dem vorderen farblosen Ende eine Vakuole, die aus einer vorderen und einer hinteren Kammer besteht, von denen die letztere sich bis an das Pyrenoid hinan erstreckt. Sie werden durch Auflösen der Gallertmasse frei und können entweder zu neuen Individuen auswachsen, indem sie durch Teilung in zwei Richtungen eine Zellenfläche bilden, oder es kann auch durch tetraedrische Teilung eine Hohlkugel entstehen, oder endlich bilden sie ruhende Zellen mit rotem Inhalt. Mitunter können auch die Zoosporen, nach Verlust der Geißeln, durch wiederholte Teilung zu palmelloiden Stadien heranwachsen. Die Isogameten entstehen durch Achtteilung der vegetativen Zellen, sind eiförmig, haben 2 Geißeln und kopulieren. Die kugligen Zygoten können sofort keimen, indem sie unmittelbar an Größe zunehmen. Akineten kugelig, bräunlich bis rötlich, mit fester Membran, im Innern mit Öltropfen. Die Keimung der Dauerzellen ist noch unklar.

Sekt. I. *Eutetraspora* Wille in E. P. 1. Aufl., Nachtrag zu I, 2 (1909) 29. Thallus zuerst sackartig, später hautartig ausgebreitet. Ca. 15 Arten. *T. lubrica* (Roth) Ag. (= *Ulva lubrica* Roth) im Süßwasser in Europa, Asien, Nord- und Südamerika, Neuseeland.

Sekt. II. *Stapfia* (Chodat in Bulletin de l'Herbier Boissier, Tom. V, 939 — als Gattung!). Thallus zylindrisch, relativ fest, nicht hohl, mit einem Stiele an der Unterlage befestigt. 4 Arten im Süßwasser. *T. cylindrica* (Wahlenb.) Ag. (= *Stapfia cylindrica* Chodat) in Europa und Nordamerika.

8. **Schizochlamys** A. Braun in Kützing, Spec. Alg. (1849) 891 (Fig. 41 C, D). (Inkl. *Tetracoccus* Tereg, Einige neue Grünalgen in Beiheft zum Botanischen Centralblatt, Bd. XXXIX [1922] Abt. II, 192, Tab. I, IV). — Die Zellen kugel- bis eiförmig-oval, am Vorderende leicht bohnenförmig eingedrückt, mit einer festen, harten Membran und ohne alle Ordnung in eine gemeinsame farblose Gallertmasse eingelagert. An dem abgeflachten oder eingedrückten Vorderende jeder Zelle sitzt ein Bündel Gallertgeißeln. Chromatophor glockenförmig, parietal, aus zahlreichen kleinen Plättchen zusammengesetzt und meistens mit 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke, es kommt aber auch fettes Öl vor. Vermehrung durch Teilung nach 2 Richtungen und durch 4- (selten 2-) geißelige Zoosporen, die in einer Anzahl von 2—8 in jeder Mutterzelle entstehen. Die Zoosporen sind länglich-zylindrisch bis eiförmig, mit 2 kontraktiven Vakuolen im Vorderende, einem strichförmigen, rotbraunen Augenfleck und einem zentralen Pyrenoid. Bei der Vermehrung wird die harte Membran der Mutterzelle in 2—4 Stücke zersprengt — oder bei gewissen Arten in einem Stück abgestreift —, die in der Gallertmasse lange erhalten bleiben. Zuweilen findet auch mehrmals hintereinander eine solche Sprengung statt, ohne daß es entweder zu einer nachfolgenden Teilung oder zu Zoosporenbildung kommt, und diese alten Membranstücke bleiben sodann in der Schleimmasse in der Nähe der Zellen liegen, von denen sie gebildet worden sind. Akineten und geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

4 Arten in stehenden, besonders moorigen Gewässern und auf feuchter Erde, kosmopolitisch verbreitet. *S. gelatinosa* A. Br. kommt kosmopolitisch vor; *S. delicatula* West ist auch sehr verbreitet; *S. hyalina* Fritsch ist aus Südafrika und *S. solitaria* G. M. Smith aus Nordamerika beschrieben.

9. **Apiocystis** Nägeli in Kützing, Spec. Alg. (1849) 208 (Fig. 34 und Fig. 42). — Die kugelförmigen Zellen einzeln oder zu mehreren ohne bestimmte Ordnung in einer länger oder kürzer gestielten, birnförmigen, mikroskopischen Gallertkolonie peripherisch eingelagert. Die Gallertmasse hat eine dichte, stark lichtbrechende, feste Außenschicht und haftet an anderen Algen mit einer gelaupften Haftscheibe durch eine sehr widerstandsfähige Kittmasse. Jede Zelle besitzt 2 unbewegliche Gallertgeißeln, die aus einem zentralen Plasmafaden, welcher von Gallerte umgeben ist, bestehen und weit aus den Gallertkolonien her-

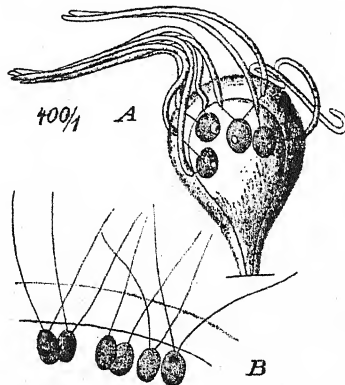


Fig. 42. *Apiocystis Brauntiana* Nag. A vierzellige Kolonien mit den fiedrigen Gallertgeißeln; B Gallertgeißeln vom Rande einer lebenden Kolonie.

(Nach C. Correns, B 400/1.)

vorraten. Der glockenförmige Chromatophor füllt die Zelle bis auf einen kleinen Ausschnitt an der einen Seite aus und enthält 1 Pyrenoid. Eine, wahrscheinlich kontraktile, Vakuole vorhanden. Die Teilungen finden in den älteren Stadien abwechselnd nach allen Richtungen statt, die Tochterzellen rücken aber immer wieder an die äußere Gallertschicht vor, falls sie ursprünglich weiter einwärts lagen. Von jeder Zelle kann eine Zoospore gebildet werden; diese sind kugelförmig, haben 2 Geißeln und treten durch eine Öffnung an der einen Seite der Gallertmasse aus. Aplanosporen mit dicker, warziger Membran, isogame Gametenkopulation und *Palmella*-Stadien bekannt.

2 Arten, von welchen *A. Brauniana* Näg. die gewöhnlichste ist, auf Algen sitzend in süßem Wasser, kosmopolitisch verbreitet.

III. Palmelleae.

Zellen zu freischwimmenden oder festsitzenden, mikroskopischen bis apfelgroßen, in unregelmäßig geformten oder regelmäßig umgrenzten, oft geschichteten Gallertmassen vereinigt. Gallertgeißeln fehlen. Chromatophor meist parietal, glockenförmig, bei *Asterococcus* ist der Chromatophor jedoch sternförmig; zuweilen sind auch mehrere scheibenförmige Chromatophoren vorhanden (*Palmodictyon*). Pyrenoid meist vorhanden, selten fehlend. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung in 1—3 Richtungen und durch 2geißelige Zoosporen. Kopulation von Isogameten bislang nur bei *Palmella* beobachtet; auch bei *Gloeococcus* sind Isogameten bekannt, während der Kopulationsakt noch nicht beobachtet worden ist. Akineten vorhanden.

10. *Palmella* (Lyngb., Hydrophyt. Danica [1819] 205) emend. Chodat, Algues vertes Suisse (1902) 110 (Fig. 43 A—F). — Thallus makro- oder mikroskopisch, formlos, gallertig mit kugeligen Zellen, die sich in 2—3 Richtungen teilen. Die dicken, farblosen Wände der Mutterzellen verschleimen nach außen. Der Chromatophor ist grün oder rötlich, glockenförmig mit 1 Pyrenoid. Vegetative Vermehrung durch Teilung der Zellen oder durch zweierlei Zoosporen mit 2 gleich langen Geißeln: Makrozoosporen, die direkt ohne Teilung aus einer Zelle entstehen, und Mikrozoosporen, die durch 4—16fache Teilung einer Zelle (Zoosporangium) entstehen. Aplanosporen mit dicker, granulierter Membran. Befruchtung durch Kopulation von Isogameten mit 2 Geißeln, welche in großer Menge aus einer Zelle (Gametangium) gebildet werden.

Wahrscheinlich mehrere Arten. Die wahre Anzahl ist jedoch sehr zweifelhaft, da viele der als *Palmella* beschriebenen Arten nur Entwicklungsstadien anderer Algen, wie *Chlamydomonas*, *Tetraspora*, *Stigeoclonium* sind. Eine gute Art scheint jedoch die bekannte rote *P. miniata* (Leibl.) Chod. zu sein, welche auf feuchten Stellen in Europa und wahrscheinlich auch in anderen Weltteilen vorkommt.

11. *Asterococcus* Scherffel in Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXVIa (1909) 762 (Fig. 41, A, B). (*Pleurococcus* Cienk. p. p., *Eremosphaera* Chod. p. p., *Gloeocystis* G. S. West p. p.) — Zellen breit-oval oder kugelig, stets in eine ansehnliche, scharf und konzentrisch geschichtete, bisweilen Einschachtelung aufweisende Gallerthülle eingeschlossen. Chromatophor sternförmig, aus einem rundlichen, zentralen, ein ansehnliches Pyrenoid einschließenden Mittelstück und zahlreichen, radienartig ausstrahlenden, säulenförmigen Strahlen bestehend, die sich an der Peripherie scheibenförmig verbreitern. Peripher im Vorderende der Zelle befinden sich zwei kontraktile Vakuolen, ein ± deutliches Stigma und neben dem zentralen Pyrenoid nach vorn zu ein Zellkern. Geißeln fehlen den ruhenden Zellen. Als Assimilationsprodukt erscheint im Chromatophor Stärke, und außerdem treten in der Zelle auch Öltropfen auf. Vermehrung durch Teilung in 3 Richtungen und durch fast kugelige oder breit-eiförmige Zoosporen mit 2 Geißeln. Befruchtung und Akineten unbekannt.

2 Arten, *A. superbus* (Cienk.) Scherff. und *A. limneticus* G. M. Smith (= *Oocystis rotula* Playfair) beide im Süßwasser, sowohl in der Alten als in der Neuen Welt.

12. *Gloeococcus* A. Braun, Verjüng. i. d. Natur (1851) 170 (Fig. 43 G—K). (Inkl. *Sphaerocystis* Chodat, Etudes de Biologie lacustre in Bullet. de l'Herbier Boissier [1897] 292, Tab. IX.) — Die Zellen rund, eiförmig oder oval, zu freischwimmenden oder festsitzenden, mikroskopischen bis apfelgroßen, ziemlich regelmäßig umgrenzten Gallertkolonien vereinigt; Membran deutlich, glatt. Der Chromatophor glockenförmig mit vorderem Ausschnitt, enthält 1 Pyrenoid. Augenfleck fehlt. Vermehrung durch vegetative Teilung, durch Bildung von Tochterkolonien und durch 2geißelige Zoosporen von ver-

schiedener Größe. Kugelige Akineten mit fester Membran und nackte Isogameten kommen vor, aber Befruchtung und Zygoten noch unbekannt.

3 Arten, wovon *G. mucosus* A. Br. und *G. Schroeteri* (Chodat) Lemm. (= *Sphaerocystis Schroeteri* Chodat) als Plankton im Süßwasser, sowohl in der Alten wie in der Neuen Welt verbreitet sind.

13. **Gloeocystis** Nägeli, Einzell. Algen (1849) 66. (Fig. 41 E—G). — Zellen anfangs einzeln oder zu mehreren in gemeinsamer formloser Gallerthülle, später vielfach ineinandergeschachtelt. Der Chromatophor glockenförmig mit 1 Pyrenoid. Augenfleck fehlt. Vegetative Vermehrung durch Teilung in 3 Richtungen, oft tetraedrisch, und da die Mutterzellhäute erhalten bleiben und die Außenschichten stark quellen, kommen charakteristische

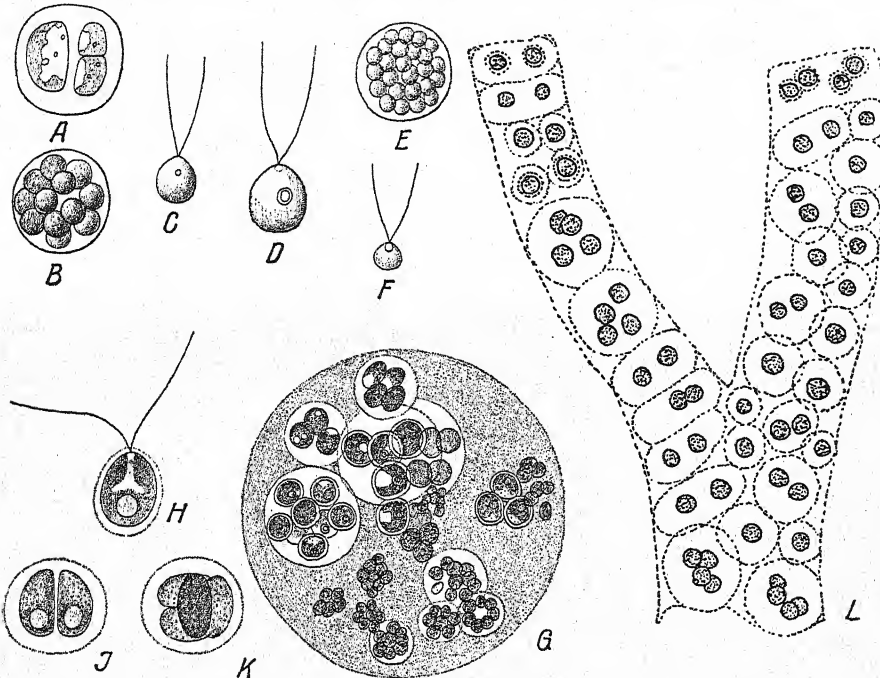


Fig. 43. A—F *Palmella miniata* (Leibl.) Chodat. A Teilungsstadium; B Zoosporangium; C, D Zoosporen; E Gametangium; F Gamet. — G—K *Gloeococcus mucosus* A. Br. G Kolonie mit Dauerzellen und in Gametenbildung begriffen; H Zoospore; J, K Teilungsstadien. — L *Palmodictyon viride* Kütz. Teil einer älteren Kolonie. (A—G nach Chodat; H—K nach A. Braun, 400/1; L nach G. S. West, 420/1.)

Einschachtelungen zustande. 2geißelige Zoosporen können sich direkt aus jeder ruhenden Zelle entwickeln. Akineten werden gebildet, indem die Gallerte schwindet und die Zellen sich mit Reservestoffen füllen. Aus ihnen gehen kleine Zoosporen hervor, die man gern als Gameten ansprechen möchte.

Zahl der Arten unsicher, da viele der hierhergerechneten Formen nur Entwicklungsstadien anderer Algen, wie *Chlamydomonadeae* und *Ulotrichaceae*, sein dürften. Gerneck, Wille u. a. sind daher geneigt, die Gattung ganz zu streichen. Durch Kultur hat es sich aber erwiesen, daß jedenfalls gewisse Arten konstant sind; weitere Nachprüfung ist daher sehr erwünscht.

Arten von *Gloeocystis* sind aus stehenden Gewässern, an untergetauchten Gegenständen, als Plankton, an feuchten Hölzern und Steinen, auf feuchter Erde usw. beschrieben.

14. **Palmodictyon** (Kützing, Phycolog. Germ. [1845] 155) Lemmermann emend. in Pascher, Süßwasser Fl. Deutschl. H. 5 (1915), 36 (Fig. 43 L). (Inkl. *Gloeodictyon* Agardh. Conspect. crit. Diatom. [1830—32] 25; *Palmella* Hooker et Harvey in London Journ. Bot. [1845] 298; *Trypethallus* Hooker, Crypt. Antarct. II, Tab. 194; *Palmodactylon* Nägl. in Kützing, Spec. Alg. [1849] 324; *Gloeodendron* Korschikoff, Beitr. z. Algenfl. von Rußland in

Arb. der Bot. Inst. der Universität Charkow, Nr. 30, [1916] 14.) — Zellen einzeln oder zu 2–4, von weiten, häufig zerfließenden Gallerthüllen umgeben, zu \pm zylindrischen, einfachen oder verzweigten, netzförmigen oder radial ausstrahlenden Gallertmassen verbunden. 3–6 rundlich-schalenförmige Chlorophyllplatten; Pyrenoid vorhanden oder fehlend. Vermehrung durch Teilung nach 1–3 Richtungen und durch 2geißelige Zoosporen,

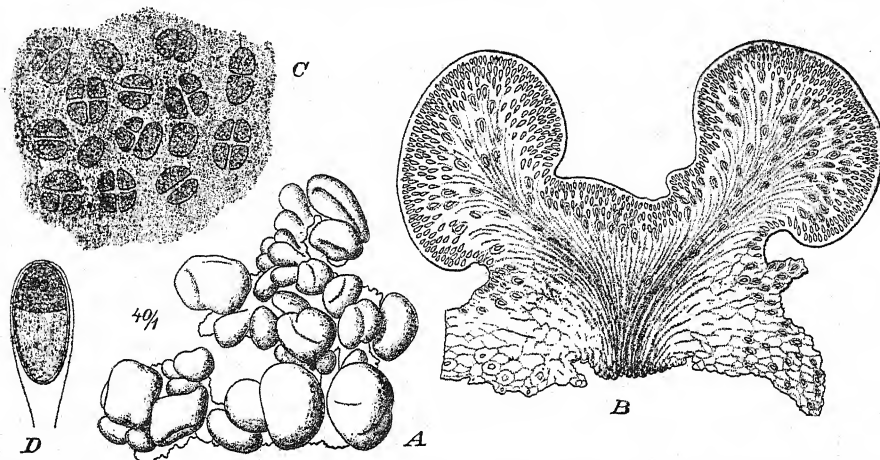


Fig. 44. A–D *Collinsiella tuberculata* Setch. et Gardn. A Kolonien schwach vergrößert, B Schnitt durch eine Kolonie, C Oberflächenansicht, um die Teilungen zu zeigen; D eine einzelne Zelle mit Chromatophor und Pyrenoid. (Nach W. A. Setchell und N. L. Gardner, A 4/1.)

die sich direkt zu jungen Individuen entwickeln. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Akineten vorhanden.

Wohl nur 2 Arten, *P. viride* Kütz. und *P. varium* (Näg.) Lemm. (= *Palmodactylon varium* Næg., *P. ramosum* Næg. und *P. simplex* Næg.) in stehenden Gewässern, kosmopolitisch.

IV. Palmophylleae.

Die Zellen rund, oval oder birnförmig, ohne Gallertgeißeln, in scharf begrenzten, unregelmäßig halbkugeligen oder horizontal ausgebreiteten, blattartig gelappten makroskopischen Lagern vereinigt, alles in eine Gallertmasse eingelagert, die eine festere, fast knorpelige Außenschicht hat.

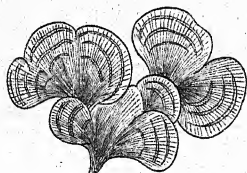


Fig. 45. *Palmophyllum crassum* (Nacc.) Rabenh. (Nach Kützling, nat. Gr.)

Die Zellen liegen innerhalb der Gallerte vereinzelt, weit voneinander entfernt, nur gegen den Rand zu liegen sie dicht beisammen und sitzen, jedenfalls bei *Collinsiella*, auf deutlichen und dichotomisch verzweigten Gallertstielen. Der Chromatophor parietal, mit oder ohne Pyrenoid.

15. *Collinsiella* Setchell u. Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot. Vol. I (1903) 204 (Fig. 44). — Die birnförmigen oder rundlichen Zellen haben lange, dichotomisch verzweigte Gallertstiele und sind zu einem makroskopischen, unregelmäßigen, oft zuletzt hohlkugeligen Lager mit fester, scharf begrenzter gallertartiger Oberfläche vereinigt, welches durch Rhizoiden mit dem Substrat verbunden sein kann. Die Zellen, die sich kreuzweise teilen, befinden sich hauptsächlich im peripherischen Teil des Lagers dicht zusammengedrängt, und es bildet sich dadurch eine festere Außenschicht, während die Zellen im Innern des Lagers mehr locker angeordnet sind, und dieser Teil besteht hauptsächlich aus den in eine gemeinsame gallertartige Masse eingebetteten Gallertstielen. Der Chromatophor ist mulden- bis glockenförmig mit einem Pyrenoid. Die oberen und äußeren Zellen werden direkt zu Gametangien, welche 4–18 (oder mehrere?) Gameten mit 2 Geißeln bilden. Kopulation sowie Akineten und *Palmella*-Stadien nicht beobachtet.

3 Arten, bisher nur im Stillen Ozean gefunden. *C. japonica* (Yendo) Printz (= *Ecbalocystis japonica* Yendo) und *C. cava* (Yendo) Printz (= *Ecbalocystis cava* Yendo) an den japanischen

Küsten; *C. tuberculata* Setchell et Gardner (= *Ecballocystis tuberculata* [Setchell et Gardner] Wille = *Ecballocystis Willeana*) in Japan und im westlichen Nordamerika.

16. **Palmophyllum** Kützing, Tab. Phycolog. I (1845) 23 (Fig. 45). — Die Zellen sind rund oder oval und in eine horizontal ausgebreitete, blattartig gelappte, mit konzentrischen Zonen versehene Gallertmasse eingelagert, welche ausgebreitet 1–5 cm mißt bei ungefähr

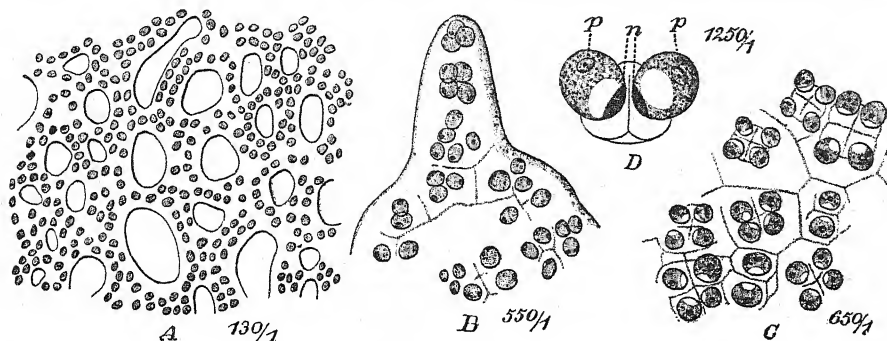


Fig. 46. *Tetrasporidium javanicum* Möb. A Teil des Thallus; B Entstehung eines Seitenzweiges; C, D vegetative Zellen, n Kerne, p Pyrenoide. (Nach M. Möbius, A 130/1, B 550/1, C 650/1, D 1250/1.)

1 mm Dicke. Die Zellen teilen sich in einer (?) Richtung des Raumes und enthalten ein beinahe kugelförmiges Chromatophor. Zoosporen kommen wahrscheinlich vor.

4 Arten, *P. crassum* (Naccari) Rabenh. (= *Palmella crassa* Naccari) von olivengrüner Farbe, im Meereswasser an Steinen, Melobesien usw. festsitzend, in Europa; *P. foliaceum* G. S. West in dem Tanganyikasee.

Wenig bekannte oder unsichere Gattungen.

1. **Tetrasporidium** Möbius in Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Bd. XI (1893) 122 (Fig. 46 A–D). — Thallus schwammförmig, unregelmäßig perforiert, sonst wie bei *Tetraspora*. Die Zellen ohne (?) Gallertgeißeln. Bei der Bildung der Zoosporen (oder Gameten?) soll ein Periplasma am Rande der Mutterzelle übrigbleiben (vielleicht von Parasiten hervorgerufen?).

Nur 1 Art im Süßwasser, *T. javanicum* Möb. auf Java.

An m. Diese Gattung steht *Tetraspora* sehr nahe, nähere Untersuchungen müssen zeigen, ob sie damit zu vereinigen ist.

2. **Inoderma** Kützing, Alg. Dec. n. 40 (1883). — Zellen länglich-elliptisch, reihenweise zu gallertigen, festsitzenden Kolonien vereinigt, mit dicken, zu strukturloser Gallerte zerfließenden Membranen. Der Chromatophor ist eine einseitige wandständige Platte mit 1 Pyrenoid. Vegetative Teilungen nur in 1 Richtung. Zoosporen und Akineten vorhanden.

2 Arten, *J. lamellosum* Kütz. und *J. majus* Hansg. an Steinen, Holz usw. im Süßwasser in Europa.

An m. Diese Gattung wird von Hansgirg als Entwicklungsformen von *Ulothrix flaccida* Kütz. angesehen; dies ist zwar noch nicht bewiesen, aber nicht unwahrscheinlich.

3. **Urococcus** (Hassall, Brit. Freshw. Algae [1845] 322) Kützing, Spec. Alg. (1849) 206 (Fig. 47). — Zellen kugelig oder fast kugelig, einzeln, mit anfangs chlorophyllgrünem, später bisweilen bräunlich- oder fast blutrotem Inhalt und dicken, deutlich geschichteten gelati-

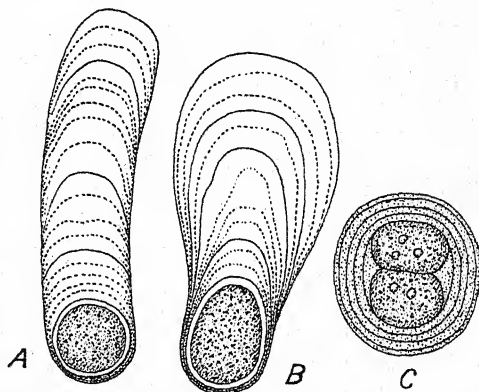


Fig. 47. *Urococcus Foslieanus* Hansg. A, B Zwei Zellen mit einseitigen, geschichteten, stielartigen Membranverdickungen; C Zelle in zwei Tochterzellen geteilt. (Nach Foslie, 600/1.)

nösen Membranen, die meist stielartig verlängert sind, seltener ohne diese Wucherungen. Chromatophor glockenförmig, ohne Pyrenoid. Durch Verschleimung dieser Hüllen gehen die Zellen direkt in ein *Palmella*-ähnliches Stadium über. Vermehrung durch 2geißelige Zoosporen ist angegeben.

8 Arten sind beschrieben, auf feuchten Felsen sowohl im Süß- wie im Meereswasser. Ziemlich zweifelhafte Gattung, die von einigen Autoren in der Nähe von *Gloeocystis* eingereiht wird. Gewisse Arten sind wohl nur Entwicklungsstadien anderer Organismen, speziell von Peridineen (z. B. *Glocodinium* nach Klebs).

Sphinctosiphon G. S. West, in Journ. of Linn. Soc. Botany, Vol. 38 (1907) 145, gehört nicht zu den Chlorophyceen, muß aber wohl zu den Myxophyceen gerechnet werden. (*Clathrocystis aeruginosa*?)

Farblose Nebenformen der Tetrasporaceae (Myurococcaceae).

Wichtigste Literatur: A. Hansgirg, Über neue Süßwasser- und Meeresalgen und Bakterien (Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wissenschaften. M. N. Cl. I. Prag 1890). — F. Ludwig, Über einen neuen pilzförmigen Organismus im brand. Schleimflusse d. Rosskastanie (*Eomyces Cricanus* n. gen. et sp.) (Centralbl. f. Bakteriologie, Bd. XVI, Jena 1894).

Es sind einige farblose Formen beschrieben worden, die eine so große äußere Ähnlichkeit mit bekannten chlorophyllgrünen Formen zeigen, daß eine nähere Verwandtschaft

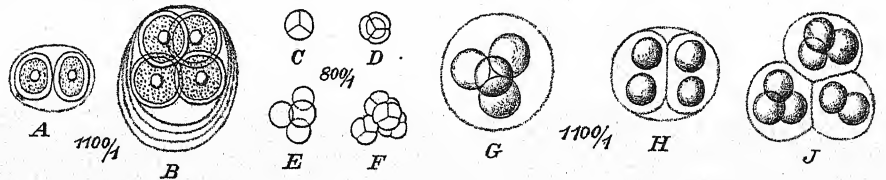


Fig. 48. A, B *Myurococcus urococcus* Hansg. Zwei Kolonien mit ihrer Gallerthülle. — C–F *Eomyces Cricanus* Ludw. C, D Zellen in der Teilung; E eine kleine Kolonie; F eine Kolonie, deren Zellen in Teilung begriffen sind. — G–J *Mycacanthonococcus cellaris* Hansg. Kolonien mit ihrer Gallerthülle. (A, B, G–J nach A. Hansgirg, A/B 1100/1, G–J 1500/1; C–F nach F. Ludwig.)

anzunehmen ist. Es sind dies z. B. einige in tiefen Kellern beobachtete Formen, die lange ohne Licht gelebt haben, welche hier in Frage kommen.

Sie sind sehr wahrscheinlich als reduzierte autotrophe Algen anzusehen, die durch organische Ernährungsweise ihre Farbe verloren haben. Wenn geeignete organische Verbindungen geboten werden, können die grünen Algen leben und sich vermehren, ohne die Verarbeitung von CO_2 im Licht, wie verschiedene Versuche gezeigt haben; die chlorophyllgrüne Farbe aber geht allmählich verloren, indem die Chloroplasten zu Leukoplasten umgebildet werden. Die bisherigen Untersuchungen über die farblosen Tetrasporaceen (wie über die farblosen Volvocaceen, Chlorococcaceen und Oocystaceen) sind teilweise leider zu oberflächlich; es ist nämlich nicht überall sicher nachgewiesen, ob noch Leukoplasten vorhanden sind, oder ob sie verlorengegangen sind. Die Vermehrung dieser farblosen Formen ist nicht genügend studiert; ebenso ist die systematische Begrenzung der Gattungen mangelhaft, indem es allerdings denkbar sein kann, daß die Arten sowohl von reduzierten Chlorophyceen als von Myxophyceen stammen können.

Um die Aufmerksamkeit auf diese interessanten Formen zu lenken, führe ich die als reduzierte Tetrasporaceen angenommenen Formen vorläufig auf.

1. **Myurococcus** Hansgirg in Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. (1890) (Fig. 48 A, B). (*Leucocystis* Schröter p. p. Pilze in Cohn's Kryptogamenflora von Schlesien, Breslau 1885 bis 1888.) — Zellen farblos, kugelig, einzeln oder zu mehreren von einer weiten, mehrschichtigen, fest abgegrenzten, oft einseitig verdickten Gallerthülle umgeben. Die Zellen enthalten 1 Pyrenoid (?). Sie werden frei durch Zerspaltung oder Auflösung der Gallerthülle und umgeben sich nachher mit einer neuen, geschichteten Gallerthülle.

Nur 1 Art, *M. urococcus* Hansg. (= *Leucocystis urococcus* Hansg.) auf feuchten Mauern in einem Weinkeller in Prag.

Anm. *Myurococcus urococcus* Hansg. wurde ursprünglich von Hansgirg zu der Gattung *Leucocystis* Schröter gestellt. Meiner Meinung nach aber sind beide nicht verwandt. Bei der von Schröter aufgestellten Gattung *Leucocystis* enthalten die Zellen kein Pyrenoid, und die Arten

stammen wohl von Myxophyceen, die farblos geworden sind, ab. *M. urococcus* Hansg. muß aber wohl am besten als eine farblos gewordene *Gloeocystis*-Art aufgefaßt werden. Ich nehme an, daß die alte Gattung *Gloeocystis* Nägl. teilweise Entwicklungsstadien von verschiedenen Algengattungen darstellt; es läßt sich aber zur Zeit nicht feststellen, zu welchen von diesen *Myrococcus* zu stellen ist; am wahrscheinlichsten dürfte es sein, daß die Gattung zu *Chlamydomonas* als ein farbloses *Palmella*-Stadium gehört.

2. **Mycacanthococcus** Hansgirg in Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. (1890) (Fig. 48 G—J). — Zellen farblos, kugelig, im vegetativen Zustande mit glatter Membran, in der Dauerform mit kurzen, stachel- oder warzenartigen Auswüchsen.

Nur 1 Art, *M. cellaris* (Hansg.), auf feuchten Mauern in einem Weinkeller in Prag.

Anm. Es ist mir sehr zweifelhaft, ob alle die von Hansgirg (l. c. Taf. II, Fig. 28) abgebildeten Formen zu dieser Art gehören. Ich bin geneigt, anzunehmen, daß einige reduzierte Myxophyceen sind. Die zweifellos hierher gehörige Form (Hansgirg l. c. Taf. II, Fig. 28 δ) ist nach meiner Meinung als eine durch Wachsen im Dunkeln reduzierte Form von *Trochiscia* (*Acanthococcus*) aufzufassen, die vielleicht ihrerseits eine Dauerspore einer *Chlamydomonas*-Art darstellt. Wenn diese Anschauungen sich bestätigen, müssen sowohl *Myrococcus* wie *Mycacanthococcus* als farblose Chlamydomonadineen aufgefaßt werden.

3. **Fomyces** Ludwig in Centralbl. f. Bakt. Bd. XVI (1894) 905 (Fig. 48 C—F). — Die Zellen sind farblos, kugelig oder bei der Teilung eckig. Bei letzterer entstehen 2 oder 4 tetraedrisch gestellte Tochterzellen, die durch Vergallertung der äußeren Membranschichten frei werden können; meistens bleiben jedoch mehrere Generationen zu maulbeerartigen Kolonien von 2, 4, 8, 16 oder 32 Teilzellen vereinigt. Die Zellen haben 1 Zellkern; Chromatophor und Pyrenoid fehlen aber ganz.

Nur 1 Art, *E. Crieanus* Ludw. in den Saftflüssen von Bäumen in Europa.

Chlorococcaceae (Protococcaceae).

Mit 7 Figuren.

Wichtigste Literatur: C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — A. Braun, *Algarum unicellularium genera*, Lips. 1855. — L. Rabenhorst, *Flora europaea Algarum*, III, 1868, S. 66—68, 81—90. — F. Cohn, Über parasitische Algen (Beitr. z. Biologie der Pfl., herausg. v. F. Cohn, Bd. 1, Breslau 1875). — P. Wright, On a new genus and species of unicellular Algae (Transact. of Roy. Irish Acad., Vol. 28, Dublin 1881). — G. Klebs, Beiträge zur Kenntnis niederer Algenformen (Botan. Zeitung 1881). — G. Lagerheim, Om *Chlorochytrium Cohnii* Wright (Öfversigt af Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1884, Nr. 7). — A. Borzi in E. Martel, Contribuzione alla conoscenza dell' algologia Romana (Ann. dell' Inst. bot. di Roma, Vol. 1, Roma 1885). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 617—707. — P. F. Reinsch, Über das Protococcaceen-Genus *Actidesmium* (Flora 1891). — A. Borzi, Alghe d'acqua dolce della Papuasie (La nuova Notarisa 1892). — Derselbe, Studi algologici, Fasc. II, Palermo 1895. — G. Klebs, Die Beding. d. Fortpflanzung b. einig. Algen und Pilzen, Jena 1896. — W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae (Journal of Botany 1898). — G. T. Moore, New or little known unicell. Algae I. (Botan. Gazette, Vol. XXX, Chicago 1900). — N. Wille, Studien über Chlorophyceen I. (Vidensk. Selsk. Skrifter, Christiania 1901). — W. Schmidle, Notizen zu einigen Süßwasseralgen (Hedwigia 1902); Algen, insbes. Plankton, aus d. Nyassa-See (Engler's Bot. Jahrb., Bd. XXXII, Leipzig 1902). — J. W. Snow, The Plankton Algae of Lake Erie (U. S. Fish Commiss. Bull. 1902, Washington 1903). — G. S. West, A Treatise on the British Freshwater Algae, Cambridge 1904. — V. Miller, Beobacht. üb. *Actidesmium Hookeri* Reinsch (Ber. d. Biol. Süßwasserstation d. Kais. Nat. Ges., Bd. 2, St. Petersburg 1906). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, T. 1, Hamburg 1906. — R. Gerneck, Zur Kenntn. niederer Chlorophyceen (Beihefte z. Bot. Centralblatt, Bd. XXI, Abt. 2, Dresden 1907). — G. S. West, Some critical Green Algae (Linn. Soc. Journ. of Botany, Vol. 38, London 1908). — O. Treboux, Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXX, 1912). — R. Chodat, Monographie d'Algues en Culture pure, Berne 1913. — J. Boye Petersen, Studier over danske aërophile Alger (Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 1915). — A. Pascher, Die Süßwasser-Flora Deutschlands usw., H. 5, Jena 1915. — G. S. West, Algae, Vol. I, Cambridge 1916. — G. M. Smith, Cytological Studies in the Protococcales. Zoospore formation in *Characium Sieboldii* A. Br. (Annals of Botany, XXX, 1916). — B. M. Bristol, On a Malay Form of *Chlorococcum humicola* (Näg.) Rabenh. (Linnean Soc. Journ. Botany, London, Bd. 44, 1919). — N. L. Gard-

ner, New Pacific Coast marine Algae I (Univ. Calif. Publ. Bot. 6, 1917. — B. M. Bristol, On the Life-history and Cytology of *Chlorochytrium grande* (Annals of Botany, XXXI, 1917; A Review of the Genus *Chlorochytrium* (Linnean Soc. Journal, Botany, 1920. — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The Marine Algae of the Pacific Coast of North America, II, Chlorophyceae (Univ. Calif. Publ. 1920). — V. V. Miller, Zwei neue Formen von Grünalgen (Mem. Ivanov-Voznesensk. Polytechn. Inst. 1921, russisch). — H. Printz, Subaërial Algae from South Africa (Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1920, Trondhjem 1921). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl. Bd. I, Jena 1922. — E. Tereg, Einige neue Grünalgen (Beiheft z. Bot. Centralbl. XXXIX, 1922). — A. de Puymaly, Le *Chlorococcum humicola* (Näg.) Rabenh. (Revue Algologique I, 1924). — J. Schiller, Beiträge zur Kenntnis des Pflanzenlebens mitteleuropäischer Gewässer, III. Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Characium* (Österreichische bot. Zeitschrift, Bd. 73, 1924). — A. A. Elenkin, Descriptio specierum formarumque novarum e gen. *Characium* et *Characiopsis* cum Crustaceis symbioticis. (Notulae Systemat. Inst. Crypt. Hort. Bot. Reipubl. Rossicae, Bd. 3, 1924). — Friedrich Brand und S. Stockmayer, Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen (Archiv f. Protistenkunde, Bd. 52, 1925). — Henrik Printz, Die Algenveget. des Trondhjemsfjordes in Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I Matem.-Naturvid. Kl. (1926) No. 5. — N. Filarsky, Auf Phyllopoden lebende Characien (Arch. Balaton. 1 [1926]).

Merkmale. Die Vertreter dieser Familie sind unbeweglich, einzeln oder zu regellosen Haufen vereinigt und nur sehr selten zu wirklichen Kolonien lose verbunden, die jedoch nie eine fest umschriebene Form haben. Die Zellen können frei leben, mit einem Stiel festsitzen oder als Endophyten, Parasiten oder Flechtengonidien vorkommen. Einfache Zweiteilung zwecks Vermehrung auf vegetativem Wege kommt nicht vor. Bei *Phyllobium* treten zwar Querwände auf (Fig. 49 C), aber diese grenzen nur die inhaltleeren Zweigspitzen ab. Ungeschlechtliche Vermehrung findet nur durch 2geißelige (sehr selten 4geißelige) Zoosporen statt. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von schwärmennden Gameten.

Vegetationsorgane. Die Individuen sind stets 1zellig und stellen unbewegliche Zellen von sehr verschiedener Gestalt dar. Die *Chlorococceae* sind frei lebend und können zu formlosen Aggregaten dicht vereinigt sein, sind aber nie zu mehrzelligen Individuen zusammengewachsen. Wenn die Zellen eng aneinanderliegen, werden sie häufig gegeneinander abgeflacht. Die *Characieae* sind mit einem kürzeren oder längeren soliden Stiel an anderen Gegenständen festgewachsen, oder sie haften durch ungeformte Gallerte an anderen Algen (*Sykidion* Fig. 52 A—D). Bei *Characiella* (Fig. 52 E, F) sitzen die einzelnen Zellen auf einer festeren, dünnen, hautartigen gemeinsamen Gallertschicht fest, die in dieser Weise eine freischwimmende, tafelförmige, einschichtige, aber unregelmäßig begrenzte Kolonie bildet. Auch *Actidesmium* (Fig. 52 G—J) bildet freischwimmende Kolonien, die sternförmig verzweigt sind und deren jüngere Generation sich an der Mündung der älteren entleerten Mutterzellhaut befestigt. Die *Chlorochytrieae* umfassen Arten, die durch endophytische bzw. parasitische Lebensweise ausgeprägt sind. In der Form der Einzelzellen sind die Chlorococcaceen sehr variabel. Meistens sind sie rund, oval, nierenförmig, oft mit \pm unregelmäßigen Vorsprüngen versehen wie bei den *Chlorococceae* und *Chlorochytrieae*; bei *Phyllobium* können die Zellen sehr lang und verzweigt sein. Bei den *Characieae* kommt die Vielgestaltigkeit der Zellen besonders zum Vorschein; hier können sie rund, oval, ei- oder birnförmig sein, bisweilen zylindrisch oder spiralförmig verlängert, gerade oder schief bis sichelförmig, mitunter pfropfenzieherartig gewunden und manchmal in einen apikalen Schnabel, Dorn oder in eine Warze auslaufend. Die Zellwand besteht meistens aus Zellulose, nur bei *Codiolum* ist Pektose angegeben; sie ist verschieden dick und kann unregelmäßige Verdickungen zeigen (*Kentrosphaera*, *Myrmecia*). Bei den meisten Formen findet sich ein becherförmiger oder hohlkugelig parietaler Chromatophor, häufig die ganze innere Zellwand bedeckend und nur einen kleinen seitlichen Ausschnitt zeigend, in welchem der Zellkern liegt. *Phyllobium* ausgenommen, der als ein polyenergider Coenocyt angegeben wird, enthalten die Zellen, von den Teilungsstadien abgesehen, nur einen Zellkern. *Actidesmium* hat einen plattenförmigen Chromatophor, der nur einen schmalen Spalt frei läßt. Der Plattenchromatophor kommt auch in netzförmig durchbrochenem Zustande vor (*Codiolum*). Bei *Cystococcus*, *Dictyococcus* und *Characiella* findet sich ein zentral gelegener Sternchromatophor mit allseitig gegen die Peripherie gerichteten Lappen. Eine starke Oberflächenvergrößerung und dadurch Assimilationssteigerung des Chromatophors wird durch Ausbildung von band- oder stab-

förmigen Fortsätzen erreicht, die von den Innenflächen der Chromatophoren gegen das Zentrum der Zellen gerichtet sind. In verschiedener Ausbildung zeigen dies *Kentrosphaera* und die *Chlorochytriae*. *Dictyococcus* besitzen mehrere linsenförmige oder polygonale Chromatophoren, welche nach innen zu vorspringen. Pyrenoiden können fehlen oder auch sogar bei einander nahestehenden Gattungen in wechselnder Anzahl auftreten. *Chlorococcum*, *Kentrosphaera*, *Cystococcus*, *Sykidion*, *Characium*, *Characiella* und *Chlorocystis* haben sämtlich 1 Pyrenoid (gewisse Arten der letztgenannten mitunter mehrere). *Phyllobium* und *Codiolum* haben deren viele, während *Phaseolaria*, *Myrmecia* und *Actidesmium*, soviel bekannt ist, des Pyrenoides entbehren. Bei *Dictyococcus* ist das Pyrenoid undeutlich, vielleicht fehlt es. Auf das Vorhandensein oder Fehlen des Pyrenoides ist kein großes Gewicht zu legen, weil die Ernährungsbedingungen eine große Rolle spielen, ob Pyrenoiden gebildet werden oder nicht. Als Assimilationsprodukt ist Stärke vorhanden. In den Zellen von *Phyllobium* und in gewissen Arten von *Chlorochytrium* kann ein rotes Öl vorkommen, und zwar tritt dieses entweder in einzelnen in den Zellen zerstreuten Tropfen oder in so großer Menge auf, daß es eine zusammenhängende rote Wandbekleidung bildet.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Eine Vermehrung durch normale Zweiteilung findet niemals statt; die Vermehrung erfolgt nur durch Zoosporen, welche gelegentlich die Form von Aplanosporen annehmen können. Der Inhalt der Zelle zerfällt hierbei sukzedan (z. B. *Characium*) oder simultan in Zoosporen, welche bei *Sykidion* in einer Anzahl von 1, 2 oder 4, meist aber in großer Zahl entstehen und durch eine seitliche oder apikale Öffnung, auch, wie bei *Sykidion*, unter Absprengung eines Deckels frei werden, bisweilen von der inneren Lage der Zellhaut umhüllt. Bei der Keimung der Aplanosporen entsteht bei *Sykidion* durch vegetative Teilungen zuerst ein *Palmella*-Stadium. Die Zoosporen haben meist 2 (selten, wie bei *Codiolum*, 4) Geißeln, kommen bald zur Ruhe, umgeben sich mit einer Membran und wachsen alsbald direkt zu neuen Zellen heran. Bei *Codiolum* hat man außer den 4geißeligen auch 2geißelige Schwärmer beobachtet. Da eine Kopulation der letzteren nicht beobachtet ist, ist es daher nicht festgestellt, ob sie wahre Gameten vorstellen. Während der Zoosporenbildung von *Characium* schwinden die Pyrenoiden, die in den Zoosporen sichtbaren sind neugebildet.

Bei gewissen Arten von *Chlorochytrium* (die frühere *Scotinosphaera*) werden die Schwärmsporen im Frühling von Dauerzellen gebildet, sobald dieselben in frisches Wasser gelangen. Die Differenzierung des Protoplasmas tritt dann deutlicher hervor, und das ganze Protoplasma wird feinkörniger. Allmählich sondern die einzelnen Stäbe sich noch mehr voneinander ab, indem sie sich zusammenziehen, und es entstehen dann zwischen ihnen schmale rote Räume. Nach und nach verschmelzen die Stäbe unter Kontraktion, und es tritt ein roter Farbstoff in immer größerer Menge auf. Schließlich hat sich eine dunkelblaugrüne Protoplasmakugel gebildet, welche in der roten Körnermasse liegt. Diese beginnt jetzt sich durch sukzessive Teilungen zu teilen, und die rote Körnermasse wird von neuem aufgenommen. Nach 12–14 Teilungen sind die Schwärmsporen fertig, und sie werden dadurch frei, daß die Membran an einer Stelle anschwillt und sich sodann dort öffnet. Die Form der Zoosporen kann bei den verschiedenen Gattungen eine verschiedene sein. Meistens sind sie eiförmig, aber auch lang ausgezogene kommen vor. Bei einigen, vielleicht allen *Characieae*, finden sich 2 Arten von Schwärmszellen, größere und kleinere, welche aber beide, soviel man bis jetzt weiß, geschlechtslos sind. — Die Keimung der Schwärmsporen zeigt bei den verschiedenen Gattungen eine kleine Abweichung. Bei den *Chlorochytriae*, bei denen sie bekannt ist, findet sie auf ganz dieselbe Weise wie jene der Zygozoosporen statt, welche später besprochen werden. Bei den *Characieae* setzen die Schwärmsporen sich mit dem geißeltragenden Ende an Gegenständen fest, worauf eine stielartige Verlängerung von dem Keimfleck der Schwärmspore ausgeht. Die Zellen können mitunter in Ruhezellen — Akineten — übergehen, indem sie eine derbe Membran erhalten und Reservestoffe, zumal fettes Öl, das davon eine Orange-Färbung annimmt, speichern. Dauerzellen werden besonders bei Eintritt ungünstiger äußerer Bedingungen gebildet. Sie keimen, indem sie Zoosporen bilden. Bei *Phyllobium dimorphum* sind die Dauerzellen als Aplanosporen zu bezeichnen, da der Inhalt, welcher erst verzweigte Säcke anfüllt, sich zu einer runden oder ovalen Zelle zusammenzieht, mit einer derben Membran umzieht und einen reichen protoplasmatischen Inhalt nebst bedeutenden Mengen eines

durch Hämatochrom rot gefärbten Öles erhält. Bei *Chlorococcum*, *Kentrosphaera*, *Cystococcus* sind auch dickwandige Dauerzellen bekannt. Nach Bristol, 1918, sollen sich die Ruhezellen 70—80 Jahre am Leben halten können. *Sykidion* kann mitunter 1, 2 oder 4 Aplanosporen in jeder Zelle bilden; bei der Teilung der Aplanosporen entsteht zuerst ein *Palmella*-Stadium. Auch von vielen anderen Gattungen sind Aplanosporen beschrieben worden.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Außer den geschlechtslosen Zoosporen, die direkt zu neuen Individuen heranwachsen, kommen bei vielen Gattungen auch kleinere schwärmende Gameten vor, die miteinander kopulieren. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bislang bei folgenden nachgewiesen: *Chlorococcum*, *Cystococcus*, *Dictyococcus*, *Chlorochytrium*, *Phyllobium* und *Characium limneticum* Lemmerm.¹⁾; die Natur der 2geißeligen Schwärmer bei *Codiolum* ist noch nicht festgestellt. Wahrscheinlich sind sie Gameten, aber Kopulation ist noch nicht beobachtet worden. Die Kopulation tritt unter etwas verschiedenen Formen auf, und es zeigt sich hier ein Aufstieg von Isogamie zur Heterogamie. Die Gameten haben die übliche Form, sind ei- bis birnförmig mit 2 Geißeln und einem Chromatophor. Sie werden frei durch einen Riß oder durch Verquellen der Mutterzellhaut, entweder einzeln oder von einer gemeinsamen farblosen Gallertblase umhüllt, innerhalb welcher sie sogar kopulieren können. Die Sexualität zeigt insofern eine niedrige Stufe, als die Kopulation nicht selten zwischen Gameten, welche aus derselben Mutterzelle stammen, stattfindet. Nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse ist es ein primitives Verhalten, wenn Gameten aus der nämlichen Zelle sich vereinigen. Dies kommt bei gewissen Arten von *Chlorochytrium* vor, z. B. *Chl. lemnae*. Hier entstehen die Gameten direkt in den überwinterten Dauerzellen durch sukzessive Teilungen. Sie verlassen ihre Mutterzelle in einer gemeinsamen Gallerthülle und kopulieren innerhalb derselben; es findet also die Kopulation zwischen den Gameten ein und desselben Individuums statt. Sie haben hier alle eine gleiche, eiförmige Gestalt und 2 Geißeln. Trotzdem die Schwärmer von *Chl. Knyanum* mit den Gameten des *Chl. lemnae* zweifellos homolog sind, ist es niemals gelungen, sie zur Kopulation zu bringen. Isogamie tritt bei *Cystococcus*, *Dictyococcus* und *Chlorochytrium* auf; bei *Chlorococcum* ist der Geschlechtsunterschied der Gameten nur sehr undeutlich. Bei gewissen Arten von *Dictyococcus* treten kleine 2geißelige Schwärmer auf, welche miteinander kopulieren und Zygoten bilden. Nicht alle Schwärmer gehen eine Vereinigung ein, kommen trotzdem aber ebenfalls zur Ruhe wie die Zygoten; man wird sie einstweilen als Parthenosporen ansprechen müssen. Es ist aber nicht festgestellt, ob hier nur eine Schwärmerform vorhanden ist oder deren mehrere, etwa Makro- und Mikrosporen. *Chlorochytrium bienne* (Klebs) G. S. West bildet die Gameten nicht direkt durch Teilung der Dauerzellen, sondern diese bringen durch 5—6 sukzedane Teilungen erst zahlreiche Plasmaportionen hervor (Fig. 49 B), welche sich abrunden und mit einer Zellulosemembran umgeben. Erst in diesen völlig freiliegenden Zellen entstehen durch sukzessive Teilungen die eiförmigen, unter sich gleichen Gameten. Sie treten ohne Vermittlung einer Gallertblase aus. Die höchste Stufe der Sexualität in dieser Familie finden wir bei *Phyllobium dimorphum*. Hier werden die Gameten durch simultane Teilungen der Dauerzellen hervorgebracht, in den einen Dauerzellen kleine, in den anderen größere, welche aber sonst in der eiförmigen Gestalt und den zwei Geißeln übereinstimmen. Es zeigt sich, daß nur Zellen verschiedener Herkunft miteinander kopulieren und daß an jedem verschmelzenden Paar ein größerer und ein kleinerer Gamet leicht unterscheidbar ist. Von *Characium limneticum* Lemmerm. ist bisher ausschließlich sexuelle Fortpflanzung bekannt. Die vegetativen Zellen bilden sich direkt zu ♂ und ♀ Gametangien um, welche bzw. 128 ♂ und 32 ♀ Gameten erzeugen. Die ersteren sind klein, schwach gelblich-grün gefärbt, länglich oval bis fast spindelförmig und mit einem relativ großen Augenfleck. Die ♀ Gameten sind wesentlich größer, grün und besitzen ein nur sehr kleines, oft gar nicht oder nur schwer wahrnehmbares Stigma. Die Geißeln dieser beiden Gameten sind nicht mit Sicherheit festgestellt, und die systematische Stellung der Alge ist deshalb etwas zweifelhaft; vielleicht ist nur eine Geißel vorhanden, so daß die Alge zu den Heteroconten gehört. Die Gameten schwärmen durch einen Riß in der Muttermembran aus und kopulieren. Die Zygote ist birnförmig, aber ihre Keimung

¹⁾ Die systematische Stellung des sogen. *Characium limneticum* Lemmerm. bleibt jedoch bis zur Feststellung der Geißelzahl und Geißellänge zweifelhaft. Vielleicht ist es eine heteroconte Form, zu *Characiopsis* gehörig.

ist noch nicht sicher verfolgt. Schiller (1924), der diese Kopulation wahrgenommen hat, hält es für möglich, daß *Characium limneticum* Lemmerm. nur die geschlechtliche Phase von *Characium Hookeri* (Reinsch.) Hansgirg ist. Bei dem auf *Branchipus* lebenden *Characium saccatum* gibt es nach Filarsky ungeschlechtliche und geschlechtliche Individuen. Letztere stellen Makro- bzw. Mikrogametangien dar. Von der Kopulation der entleerten

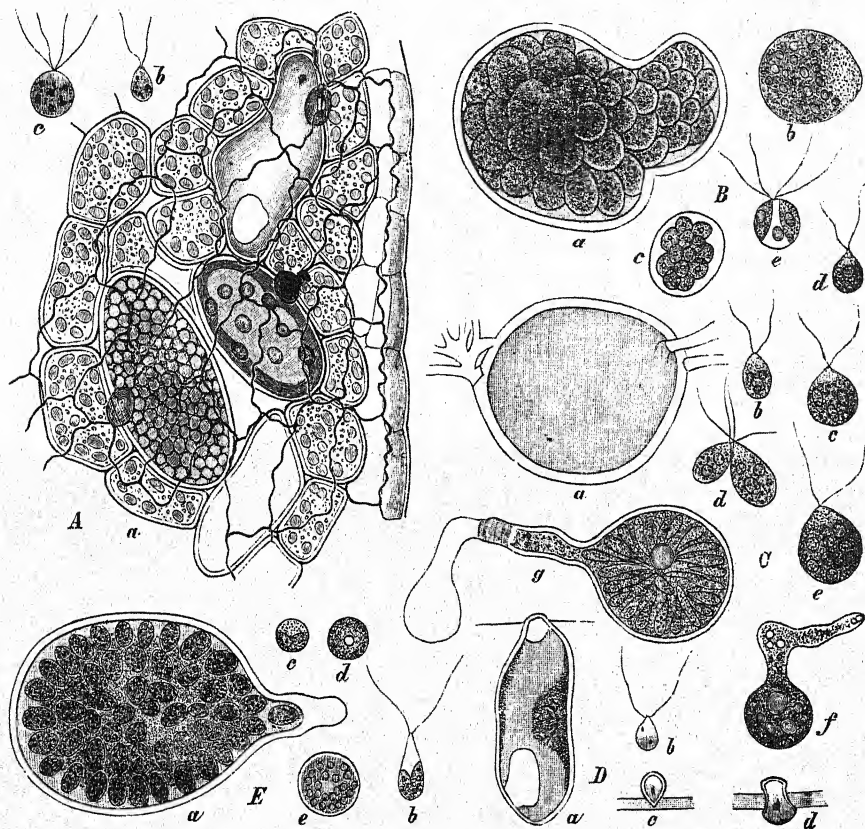


Fig. 49. A *Chlorocytrium lemnae* Cohn. a Stück von *Lemna trisulca* mit einem ausgewachsenen und einem jungen Exemplar, und einer entleerten Zelle, b Gamet, c Zygozoospore (a 400/1, b, c 800/1). — B *Chlorocytrium dienne* (Klebs) G. S. West. a Überwinterte Dauerzelle, die sich in eine große Menge Zellen geteilt hat, b eine einzelne dieser Zellen, c dieselbe in Gametenbildung, d Gamet, e Zygozoospore (800/1). — C *Phyllobium dimorphum* Klebs. a Leere Membran einer überwinterten Dauerzelle, b Mikrogamet, c Makrogamet, d Kopulationsstadium, e Zygozoospore, f keimende Zygozoospore, g junge *Phyllobium*-Zelle mit ihrem Keimsack (a 80/1, b–g 800/1). — D *Chlorocytrium Cohnii* Wright. a Vegetative Zelle, b Schwärmzelle (Gamet?), c, d keimende Schwärmzellen (500/1). — E *Chlorocytrium paradoxum* (Klebs) G. S. West. a Überwinterte Dauerzelle, welche angefangen hat Schwärmzellen zu bilden, b Schwärmzelle, c–e Keimungsstadien (a 400/1, b–e 800/1). (D nach Lagerheim, alles übrige nach Klebs.)

Planogameten ist bisher nur der Vorbereitungsakt (Anheften) beobachtet worden. Bei *Dictyococcus* schmelzen die Gameten häufig mit dem hinteren Ende zusammen.

Durch die Kopulation entsteht eine schwärmende Zelle, Zygozoospore, welche die 4 Geißeln der kopulierenden Gameten behält, bei *Phyllobium dimorphum* jedoch nur 2 Geißeln besitzt, indem die Mikrogameten ihre Geißeln verlieren und ganz von den Makrogameten aufgenommen werden (Fig. 49 C, e). Sie schwärmen eine kürzere oder längere Zeit, runden sich dann ab und umgeben sich mit einer Membran.

Die Keimung. Die Zygozoosporen können mehrere Stunden umherschwärmen, ehe sie eine für ihr Eindringen in die Wirtspflanze günstige Stelle finden. Bei *Phyllobium*

dimorphum dringen sie durch die Spaltöffnungen ein und wachsen gegen die Gefäßbündel, während sie bei *Chlorochytrium lemnae* und *Chl. bienne* zu ihrem Eindringen die Grenze zwischen 2 Epidermiszellen erwählen. Hier schwärmen die Zygozoosporen gewöhnlich nur eine Viertelstunde, und mit dem geißeltragenden Ende der Epidermis angedrückt, bewegen sie sich noch einige Stunden, runden sich hierauf ab und dringen nach 1—3 Tagen mittels eines farblosen Fortsatzes in die Wirtspflanze ein. Es ist jedoch erwiesen, daß sie sich auch entwickeln können, selbst wenn sie keine Wirtspflanze antreffen, in welche sie einzudringen vermögen, und es sind diese Algen mithin nicht als wirkliche Parasiten, sondern nur als Raumparasiten zu betrachten. Oft bleibt ein leerer Teil der Zelle, ein Rest der Zygozoospore außen an der Wirtspflanze sitzen, während der protoplasmatische Inhalt immer weiter und weiter in dieselbe eindringt. Bei *Chlorochytrium* bildet sich dann nach und nach nur eine große runde oder ovale Dauerzelle, bei *Phyllobium dimorphum* aber ist das Verhältnis ein verwickelteres. Die Zygozoospore bildet hier erst einen Keimsack, welcher sich in der Wirtspflanze verzweigt, darauf den ganzen Inhalt der Zygozoospore an einer Stelle ansammelt und sich sodann durch 1 oder 2 Wände von dem leeren Teil abgrenzt.

Verbreitung. Die *Chlorococcaceae* kommen sowohl als Süßwasser- wie Meeresbewohner vor. Viele sind auch Luftalgen, welche Baumrinden, feuchte Erde usw. besiedeln, wie z. B. Arten von *Chlorococcum*, *Cystococcus*, *Phaseolaria* und *Myrmecia*; die erstgenannten treten häufig als Flechtengonidien auf. *Sykidion* und *Codiolum* kommen im Meereswasser vor, ebenfalls einige Arten von *Chlorochytrium*, die endophytisch in Meeresalgen leben. 1 Art von *Codiolum*, *C. petrocelidis*, lebt in den Krusten von verschiedenen Florideen, die anderen Arten dieser Gattung sitzen an Steinen, Balken usw., häufig gesellig, in der Littoralregion fest. Eine Art ist aus Süßwasser beschrieben — *C. lacustre* Printz. *Chlorochytrium* und *Phyllobium* sind Endophyten oder Parasiten. Die übrigen *Chlorococcaceae* sind alle Süßwasserbewohner. Viele sind sehr verbreitet — *Chlorococcum* und *Cystococcus* sind kosmopolitisch —, während andere bisher nur von wenigen Orten bekannt sind, *Characiella* nur aus Süßwasser im Rukwa-See in Afrika, *Myrmecia* nur auf Baumrinden in Südafrika usw. Gewisse *Chlorococcaceae* wachsen an unsauberen Orten und in Lösungen mit höherem Gehalt an organischen und anorganischen Zersetzungsprodukten. Man hat ihnen daher die Fähigkeit zugeschrieben, organische Stickstoffnahrung verarbeiten zu können. Kulturversuche von Beijerinck und Artari scheinen diese Annahme zu bestätigen, während sie von anderen Forschern bestritten wird.

Verwandtschaftsverhältnisse. Ich habe diese Familie in 4 Unterfamilien geteilt: *Chlorococcaceae*, *Chlorochytriaceae*, *Characiaceae* und *Actidesmiaeae*. Von diesen schließen sich die *Chlorococcaceae* durch *Chlorococcum* und seine Verwandten eng an die *Tetrasporaceae* und *Chlamydomonadeae* an und haben sich wohl von diesen aus entwickelt, indem die gewöhnlichen vegetativen Teilungen unterdrückt wurden unter Beibehaltung der Zoosporenbildung. Der becherförmige Chromatophor mit dem charakteristisch gelegenen Pyrenoid weist auf *Chlamydomonadeae*, von welchen *Chlorococcum* im wesentlichen nur durch das mangelnde Bewegungsvermögen abweicht. Die *Chlorochytriaceae*, welche sich von den übrigen Vertretern dieser Familie durch die endophytische bzw. parasitische Lebensweise unterscheiden, schließen sich mit ihren einfachsten Formen direkt an *Chlorococcum* an. Der Unterschied ist sehr gering, besonders nach der Entdeckung der Gametenkopulation bei *Chlorococcum*. Das Endglied dieser Reihe stellt *Phyllobium* dar. Auf Grund des Geschlechtsunterschiedes und der Verzweigung der Zellen, die an reduzierte *Chaetophoraceae* erinnern, steht diese Gattung am höchsten. Nahe an *Phyllobium* schließt sich das chlorophyllfreie *Rhodochytrium*, welches wegen seines Schmarotzertums farblos geworden ist. Auf der anderen Seite führt der Weg über *Chlorococcum* zu *Sykidion* und den anderen fest-sitzenden *Characiaceae*. *Characiella* ist wohl mit *Cystococcus* verwandt. Zweifelhafte ist jedoch die Verwandtschaft der Gattung *Codiolum*. Vielleicht ist sie eine von *Sykidion* aus weiterentwickelte Form, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß *Codiolum* als eine stark reduzierte *Cladophoraceae* aufgefaßt werden kann. Der Bau des Chromatophors und die 4geißeligen Zoosporen sprechen für die letztere Auffassung.

Die Gattung *Actidesmium* steht in dieser Gesellschaft etwas isoliert, und ich bin nicht sicher, inwieweit sie wirklich hier einzureihen ist. Möglicherweise gehört sie den Heteroconten an.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen einzeln oder zu formlosen Aggregaten vereinigt, frei, endo- oder epiphytisch.
- a. Zellen freilebend (oder als Flechtengonidien), zuweilen mit verdickten Membranstellen I. Chlorococceae.
 - α. Chromatophor glockenförmig-hohlkugelig, bisweilen mit einseitigem Einschnitt.
 - I. Zellen kugelförmig, ohne Membranverdickung 1. Chlorococcum.
 - II. Zellen kugelförmig, mit Membranverdickung 4. Myrmecia.
 - III. Zellen länglich-rund, etwas schief, zuweilen bohnenförmig gekrümmt 2. Phaseolaria.
 - β. Chromatophor sternförmig 5. Cystococcus.
 - γ. Chromatophor parietal mit bandförmigen nach innen gehenden Strahlen 3. Kentrosphaera.
 - δ. Chromatophor aus mehreren, parietalen, linsenförmigen oder polygonalen Platten bestehend 6. Dictyococcus.
 - b. Zellen endophytisch II. Chlorochytrieae.
 - α. Die rundlichen Zellen ohne schlauchförmige Fortsätze 7. Chlorochytrium.
 - β. Die Zellen mit schlauchförmigen Fortsätzen 8. Phyllobium.
 - c. Zellen festsitzend III. Characieae.
 - α. Zellen einzeln, meist mit stiel förmiger Verlängerung.
 - I. Chromatophor glockenförmig mit 1 Pyrenoid; meistens Süßwasserpflanzen 10. Characium.
 - II. Chromatophor netzförmig mit mehreren Pyrenoiden; meistens Meerespflanzen 12. Codiolum.
 - β. Zellen einzeln, ohne oder mit sehr kurzem Stiel; Meerespflanzen 9. Sykidion.
- B. Zellen freischwimmende bestimmt geformte Kolonien bildend.
- a. Kolonie tafelförmig, einschichtig 11. Characiella.
 - b. Kolonie verzweigt, aus mehreren Zellgenerationen bestehend IV. Actidesmieae.
 - Einzige Gattung 13. Actidesmium.

I. Chlorococceae.

Zellen unbeweglich, einzeln oder in formlosen Haufen, kugelig-elliptisch oder bohnenförmig gekrümmt, freilebend oder als Flechtengonidien. Zellwand sehr verschieden dick, kann unregelmäßige Verdickungen zeigen. Chromatophor sehr vielgestaltet; bei *Chlorococcum*, *Phaseolaria* und *Myrmecia* glockenförmig, oft mit seitlichem Ausschnitt, bei *Cystococcus* zentral, fast morgensternförmig, oder mehrere linsenförmig oder plattenförmig, parietale Scheiben bei *Dictyococcus*. *Kentrosphaera* hat zahlreiche wandständige bandförmige nach innen gehende Strahlen. Pyrenoid vorhanden oder fehlend. Zellkern 1. Vermehrung durch 2geißelige Zoosporen, die durch sukzedane Teilung entstehen. Fortpflanzung durch Kopulation von gleichgestalteten Gameten, oder nur mit geringem Geschlechtsunterschied, bei *Chlorococcum* und *Dictyococcus* bekannt. Die Zygoten einige Zeit mittels 4 Geißeln beweglich. Aplanosporen und Akineten vorhanden.

1. *Chlorococcum* Fries, Syst. Orbis vegetalis, I, Lund (1825) 356. (Inkl. *Limnodictyon* Kützing p. p. Phycol. germ. [1847] 153; *Cystococcus* Nägeli p. p., Gattungen einzell. Algen [1849] 85, Tab. III; *Protococcus* de Toni p. p., Sylloge Algarum I [1889] 699; *Emergococcus* Miller, Zwei neue Formen von Grünalgen in Mem. Iwanowo-Wosnessjensk. Polytechn. Inst. [1921] 47; *Emergosphaera* Miller?, l. c. 53; *Stephanoplane* Tereg, Einige neue Grünalgen in Beiheft zum Botan. Centralblatt, Bd. XXXIX [1922] Abt. 2, 191, Taf. I, Fig. 1—7; *Hypernomonas* Korschikoff in Archiv für Protistenkunde, Bd. 55 [1926] 441 und 492). — Die Zellen kugelig, einzeln oder zu unregelmäßigen, nicht festgewachsenen Haufen vereinigt, sie können dann so dicht gedrängt liegen, daß sie gegeneinander ± abgeflacht werden. Die Zellmembran meistens dünn, mitunter fein granuliert oder geschichtet, besteht aus Zellulose zuweilen von Gallerte umgeben. Der Chromatophor ist glockenförmig bis hohlkugelig mit einseitigem Ausschnitt und enthält 1 Pyrenoid. Zellkern zentral. Assimilationsprodukt Stärke, manchmal noch ein roter oder orangegelber Farbstoff. Vermehrung durch 2geißelige Zoosporen, die in einer Anzahl von 8—32 (selten darüber) durch sukzedane Teilung der Mutterzelle entstehen. Außerdem kommen ausnahmsweise vegetativ entstandene Zellen vor — Aplanosporen —, aus reduzierten Zoosporen gebildet, und Dauerzellen mit orangefarbigem Öl. Die vegetativ entstandenen Zellen bilden öfters flächenförmig ausgebreitete einschichtige Zellkomplexe (*Limnodictyon Roemerianum* Kütz.). Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Gameten, ohne oder nur mit geringem

Geschlechtsunterschied ist bei *Chl. humicola* (Näg.) Rabenh. beschrieben (Bristol 1919, P u y m a l y 1924). Die gebildeten Zygoten schwärmen einige Zeit mittels 4 Geißeln umher, kommen aber schließlich zur Ruhe.

Ca. 26 Arten in süßem Wasser, auf feuchter Erde, an Baumstämmen, in allen Weltteilen; die häufigste Art ist *C. humicola* (Näg.) Rab., welche auch oft als Nährpfl. der Flechtenpilze auftritt. — Die meisten Arten aber sind sehr mangelhaft bekannt, und es ist höchstwahrscheinlich, daß bei näherer Untersuchung sich eine Anzahl hierher gezählter Arten als Entwicklungsstadien anderer Algen erweisen dürften.

2. Phaseolaria Printz in Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter (1920) 12 (Fig. 50 H—P). — Die Zellen oval oder bohnenförmig gekrümmt, in großen Haufen zusammenliegend, aber nicht zusammengewachsen. Die Membran der Zellen dünn, glatt oder sehr fein granuliert, ohne polare Membranverdickungen. Der Chromatophor parietal, glockenförmig, ganz oder beinahe vollständig die innere Zellwand deckend, ohne Pyrenoid. Zellkern 1, zentral. Vermehrung durch Schwärmsporen, die einen Augenfleck haben, durch sukzedane Teilungen der Mutterzelle entstehen und durch Bersten der Mutterzellhaut entweichen.

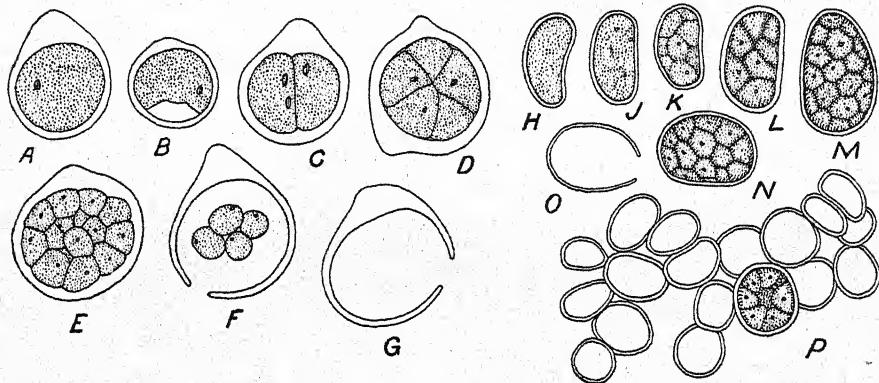


Fig. 50. A—G *Myrmecia globosa* Printz. A, B vegetative Zellen; C—E Zellen in verschiedenen Stadien der Schwärmsporenbildung; F, G Membranen nach Entschlüpfen der Schwärmsporen. — H—P *Phaseolaria obliqua* Printz. H, J vegetative Zellen; K—N Zellen während der Schwärmsporenbildung; O entleerte Membran; P Zellenhaufen, nur eine Zelle mit eingezeichnetem Inhalt. (Nach Printz.)

2 Arten, die als Luftalgen leben, *P. obliqua* Printz, auf Baumstämmen in Südafrika, und *P. variabilis* (Hansg.) Printz (= *Protococcus variabilis* Hansg.) an feuchten Kalkwänden in Europa.

3. Kentrosphaera Borzi, Studi Algolog. Heft 1 (1883) 87 (Fig. 51 A—C). (*Chlorochytrium* Bohlin, Alg. Regnell. Exped. I in Bih. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. XXIII, Afd. III, No. 7, 28). — Zellen kugelig, elliptisch oder etwas unregelmäßig, einzeln oder selten mehrere nebeneinander, mit dicker Zellhaut, welche oft auf der Innenseite einige kegelförmige Verdickungen hat und auf der Außenseite mit einem kurzen Auswuchs versehen ist. Chromatophor grün oder gelblichgrün, wandständig mit 1 Pyrenoid und mit Körnern oder bandförmigen, nach innen gehenden Strahlen. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Durch simultane Teilung entstehen viele (bis 300) eiförmige oder elliptische Zoosporen mit 2 Geißeln, die einzeln freigelassen werden und direkt zu vegetativen Zellen heranwachsen. Es wird auch Bildung von Aplanosporen angegeben und Dauerzellen mit einem orangerötlichen Öl. Befruchtung unbekannt.

3 Arten, *K. facciolae* Borzi unter Süßwasser-Oscillatoriaceen und marinen *Cladophora*-Arten in Europa. *K. minor* Borzi, zwischen *Oscillaria limosa*, *Cladophora fracta* und *Gongrosira de Baryana*. *K. gloeophyllum* (Bohlin) Brunnth. (= *Chlorochytrium gloeophyllum* Bohlin) aus Paraguay in Kolonien von *Rivularia nidulans*.

4. Myrmecia Printz in Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter (1920) 13 (Fig. 50 A—G). — Die Zellen beinahe kugelig, oval oder etwas unregelmäßig, einzeln und freilebend. Die Membran farblos, dick und auf der einen Seite zu einer dicken, flachen oder konischen Membranwarze verdickt; mitunter ist die Membran zweiseitig verdickt. Der Chromatophor glockenförmig, grün, parietal entweder die ganze innere Zellwand deckend

oder eine Seite freilassend. Kein Pyrenoid. Zellkern zentral. Vermehrung durch Schwärmsporen, die durch sukzedane Teilung entstehen und durch eine Pore in der Mutterzellhaut ent schlüpfen.

1 Art, *M. globosa* Printz, als Luftalge bei Durban in Südafrika.

5. **Cystococcus** (Nägeli, Gattung. einzelliger Algen, Zürich, 1849) Treboux in Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXX (1912) 69. — Zellen kugelig, einzeln oder zu unregelmäßigen Haufen vereinigt, nicht festgewachsen. Zellmembran dünn. Der Chromatophor zentral, morgensternförmig, mit allseitig gegen die Peripherie gerichteten Lappen. Ein Pyrenoid liegt in der Mitte des Ganzen, der Zellkern ist seitlich verschoben und befindet sich in einem Ausschnitt des Chromatophors. Vermehrung durch Zoosporen, welche eiförmig bis länglich sind und 2 gleich lange Geißeln besitzen. Kopulation von Isogameten beobachtet. Außerdem sind Aplanosporen und Dauerzellen, mit dicker Membran und Öl als Reservestoff, bekannt.

6 Arten, die grüne Überzüge auf Stämmen, Brettern, Mauerwerk u. dergl. bilden, oder als Gonidialalgen in verschiedenen Flechten leben. Die häufigste ist *C. humicola* Näg., die kosmopolitisch verbreitet ist. Als Flechtengonidien treten auf: *C. cladoniae* Chodat, *C. cohaerens* Chodat, *C. irregularis* Chodat, *C. maximus* Chodat und *C. xanthoriae parietinae* Letellier.

6. **Dictyococcus** Gerneck in Beih. Bot. Clbl. XXI, 2 (1907) 231 (Fig. 51 D, E). (Inkl. *Bracteococcus* Tereg, Einige neue Grünalgen in Beiheft zum Botan. Centralblatt, Bd. XXXIX [1922] Abt. II, 191.) — Zellen kugelig mit dünner, bisweilen schwach granulierter Wand. Chromatophor aus mehreren parietalen, linsenförmigen oder polygonalen Platten bestehend, deren Ränder nach innen oft gebogen sind oder unregelmäßige Vorsprünge nach innen besitzen. Pyrenoid undeutlich oder ganz fehlend, das Assimilationsprodukt ist Stärke oder Öl. Glycogen ist auch nachgewiesen. Vermehrung durch Zoosporen, welche in großer Zahl durch simultane Teilung gebildet werden. Sie sind von verschiedener Gestalt, fast kugelig bis eiförmig und lang spindelförmig, mit 2 Geißeln, seitlichem Stigma und einem becherförmigen oder hohlkugeligen Chromatophor, und werden durch Verquellung der Muttermembran frei. Bei gewissen Arten (*D. Gernecki* und *D. gametifer*) ist Kopulation von Isogameten nachgewiesen. Die Gameten schmelzen mit dem hinteren Ende oder von der Seite zu einer Zygote zusammen. Bei älteren Zellen werden runde Aplanosporen gebildet, die durch Platzen der Mutterzellmembran frei werden oder als maulbeerartige Gruppen einige Zeit vereinigt bleiben.

4 Arten, *D. varians* Gerneck, *D. Gernecki* Wille (= *Cystococcus humicola* Gern.) und *D. aggregatus* (Tereg) Printz auf feuchter Erde oder im Süßwasser. *D. gametifer* Chodat als Flechtengonidie.

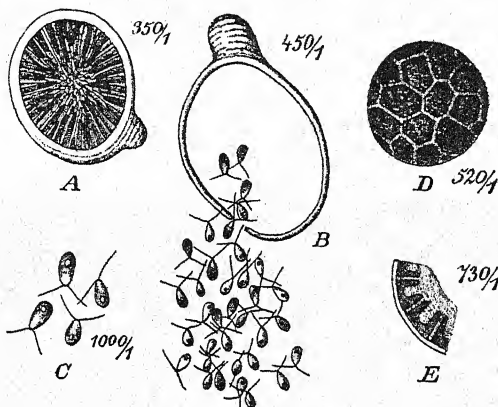


Fig. 51. A—C *Kentrosphaera fucicola* Borzi. A, B Zoosporen; C Zoosporen. — D, E *Dictyococcus varians* Gerneck D eine vegetative Zelle; E Schema der eingebogenen Chromatophoren. (A—C nach A. Borzi, A 350/1, B 450/1, C 1000/1; D, E nach R. Gerneck, D 520/1, E 730/1.)

II. Chlorochytriae.

Diese Unterfamilie umfaßt nur 2 Gattungen, welche sich von den *Chlorococceae* durch ihre endophytische bzw. parasitische Lebensweise unterscheiden. Vermehrung durch 2- oder 4-wimperige Zoosporen. Fortpflanzung durch 2-geißelige Gameten, entweder Isogameten oder Heterogameten, die zu 2- oder 4-wimperigen beweglichen Zygoten verschmelzen. Nach einiger Zeit setzen sie sich an ihren Wirtspflanzen fest, umgeben sich mit einer Membran und dringen mit Hilfe eines schlauchartigen Keimsackes in das Innere hinein, wo sie zu vegetativen Zellen heranwachsen. Aplanosporen und Akineten bekannt. Die meisten

Arten leben endophytisch in den Interzellularräumen höherer Pflanzen oder in den peripheren Teilen verschiedener Meeresalgen. Gewisse Arten kommen auch in Bacillariaceenschleim, in Infusorien oder anderen Tieren vor.

7. Chlorochytrium Cohn in Beitr. z. Biolog. d. Pfl. I, 2 (1874) 87 (Fig. 49 A, B, D, E). (Inkl. *Scotinosphaera* Klebs, Beitr. zur Kenntn. nied. Algenformen in Botan. Zeitung 39. Jahrg. [1881] 300; *Endosphaera* Klebs, l. c. 265; *Chlorocystis* Reinhard, Mater. zur Morph. und Syst. der Algen d. Schwarzen Meeres [1885] 4, Tab. I; *Stomatochytrium* Cunningham, On an entophyt. Algae occur. in the leaves of *Limnanthemum* in Scient. Mem. med. off. Part III [1887] Calcutta 1888, 33.) — Die Zellen sind kugelig, oval oder etwas unregelmäßig gestaltet, häufig mit ziemlich dicker Zellwand. Der Chromatophor bildet einen allseitigen Wandbelag mit einspringenden Leisten oder Stäben und enthält 1—viele Pyrenoide. Durch sukzedane Vielteilung entstehen bei gewissen Arten eine große Zahl von 2—4geißeligen Zoosporen, die durch Bersten, Verschleimung oder durch eine Öffnung in der Mutterzellwand einzeln frei werden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch 2geißelige eiförmige Isogameten, die die Mutterzelle in einer gemeinsamen farblosen Gallertblase verlassen, innerhalb welcher sie sogar kopulieren können, oder sie werden nach Auflösung der Blasenwand völlig freigelassen. Die entstandenen 4geißeligen Zygosporen schwärmen eine längere oder kürzere Zeit frei umher, setzen sich an ihrer Wirtspflanze fest und umgeben sich mit einer Membran. Mit Hilfe eines schlauchartigen Keimsackes dringen sie an der Grenze zweier Epidermiszellen dadurch, daß sie die Mittellamelle derselben spalten, oder durch Spaltöffnungen in das Gewebe höherer Pflanzen ein, wo sie in den Interzellularräumen leben. Gewisse Arten leben auch im Thallus verschiedener roten, braunen und grünen Meeresalgen oder in den Gallertmassen verschiedener Bacillariaceen. Schwärmer, welche ihre spezifischen Wirte nicht erreichen, gehen zugrunde. Geschlechtliche Generationen folgen in einer Vegetationsperiode mehrere nacheinander. Gegen den Herbst gehen bei gewissen Arten die vegetativen Zellen ohne Formänderung direkt in Akineten über. Sie sind mit Reservestoffen gefüllt und ruhen eine Zeitlang. Bei der Keimung zerfällt das Plasma sukzedan in einkernige Portionen, diese werden zu Zoosporen, welche in eine Blase eingehüllt austreten. Aplanosporen, die durch simultane Teilung des Zellinhaltes entstehen und sich mit fester Haut umgeben, sind bei gewissen Arten nachgewiesen. Sie wachsen zu großen vegetativen Zellen direkt heran.

13 Arten, endophytisch in verschiedenen lebenden Phanerogamen oder in den peripheren Teilen von gewissen Meeresalgen oder in Gallertstielen einiger Meeresorganismen. *C. lemnae* Cohn (inkl. *C. Knyanum* Cohn et Szymanski, *C. pallidum* Klebs und *C. Archerianum* Hieron.), welches in *Lemna trisulca*, *L. gibba* und *L. minor*, sowie in *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, in *Sphagnum* und *Bryum* wächst. *C. bienne* (Klebs) G. S. West (= *Endosphaera bienne* Klebs) in den Blättern von verschiedenen Wasserpflanzen, z. B. *Potamogeton lucens* und *Gramineae*. *C. paradoxum* (Klebs) G. S. West (= *Scotinosphaera paradoxa* Klebs) endophytisch in *Lemna trisulca* und *Hypnum*. *C. grande* Bristol freilebend in Süßwasser. *C. limnanthemum* (Cunningh.) G. S. West (= *Stomatochytrium limnanthemum* Cunningham.) epiphytisch in Blättern von *Limnanthemum indicum*. Im Meere leben: *C. inclusum* Kjellman (= *C. Schmitzii* Rosenvinge) (inkl. var. *dermatocolax* [Reinke] Bristol = *C. dermatocolax* Reinke) epiphytisch in Meeresalgen wie *Sarcophyllis arctica*, *Gigartina*, *Cruoria*, *Constantinea*, *Polysiphonia*, *Furcellaria*, *Cruoriella*, *Petrocelis*, *Rhodymenia*, *Sphacelaria* u. a. *C. sarcophyci* (Whitting) G. S. West in Thallus von *Sarcophycus* aus Australien, *C. Cohnii* E. P. Wright (= *Chlorocystis Cohnii* [E. P. Wright] Reinh. inkl. *C. Reinhardtii* Gardner und var. *porphyrae* [Gardn.] Bristol) im Thallus von *Polysiphonia*, *Porphyra*, *Schizonema* und in *Campanularia flexuosa*, *Acinata*, Infusorien usw. *C. Moorei* Gardn. endo- und epiphytisch in *Enteromorpha*. Weniger bekannt sind *C. laetum* Schroeter in Blättern von *Lychnis flos-cuculi*, *C. viride* Schroeter in Blättern von *Rumex obtusifolius* und *C. rubrum* (Schroeter) Freeman in *Mentha aquatica* und *Peplis portula*. Neulich ist *C. Willei* Printz endophytisch in *Enteromorpha* beschrieben.

8. Phyllobium Klebs in Bot. Zeitung XXXIX (1881) 332 (Fig. 49 C). — Die vegetativen Zellen sind unregelmäßig geformt, meist stark, aber kurz verzweigt, endophytisch oder parasitisch im Innern abgestorbener oder lebender Blätter, häufig in den Gefäßbündeln, diese oft auseinanderdrängend. Der Chromatophor aus einem dünnen Wandbelag und radial angeordneten Stäben bestehend, mit vielen Pyrenoiden. Die ins Gewebe eingewanderte Zelle wächst mittels eines kürzeren oder längeren Schlauches in das Innere, schwillt hier an und wird mit dem vorhandenen Plasma, Chromatophoren usw. gefüllt, worauf sie sich gegen den leeren Schlauch mit einer Scheidewand abgliedert. Die so entstandene runde oder elliptische Dauerzelle (Gametangium) speichert als Reservestoff Stärke und

durch Hämatochrom gefärbtes Öl. Nach der Ruhezeit entwickelt sie durch simultane Teilung 2geißelige Gameten. Diese sind von verschiedener Größe, teils Makrogameten in kleinerer, teils Mikrogameten in größerer Anzahl. Bei der Kopulation zeigt sich eine hoch entwickelte Sexualität dadurch, daß sich nur Gameten verschiedener Herkunft miteinander vereinigen. Die gebildeten Zygoten haben meist nur 2 Geißeln, indem die der Mikrogameten verschwinden, sie schwärmen einige Zeit umher, setzen sich dann an Blättern fest und umgeben sich mit einer Membran, um in das Innere einzudringen und neue Gametangien zu bilden. Außerdem kommen kleinere Dauerzellen vor mit dicker Membran, aber ohne Schläuche, welche relativ große Zoosporen, von derselben Form wie die Makrogameten bilden. Diese keimen direkt.

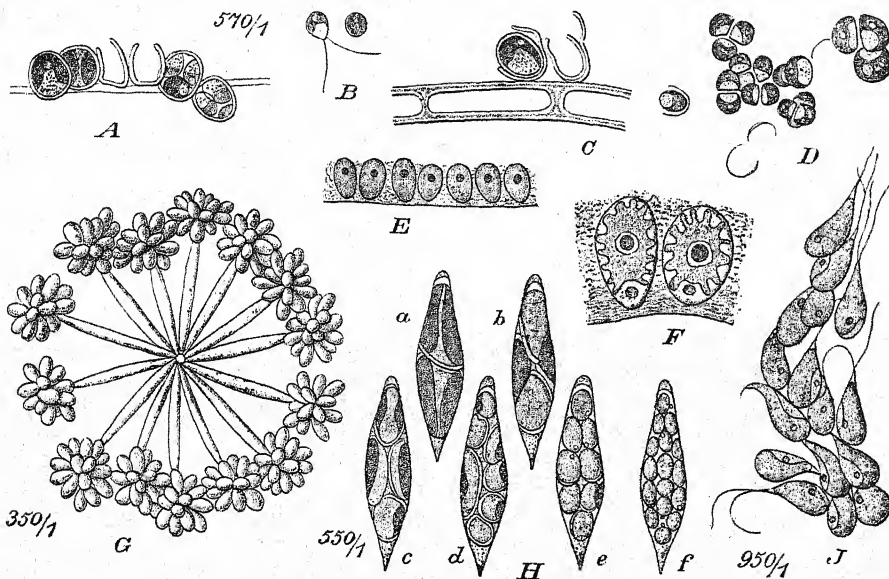


Fig. 52. A—D *Sykidion droebakense* Wille. A Zoosporenbildung; in der Mitte 2 entleerte Zoosporangien, rechts 2 Zoosporangien mit je 4 Zoosporen, links zuerst ein Zoosporangium nach seiner ersten Teilung, dann eine ungeteilte Zelle; B Zoospore von der Seite und von oben; C Aplanosporangium mit einer Aplanospore und einem entleerten Zoosporangium; D *Palmella*-Stadium, durch Teilung von Aplanosporen entstanden. — E, F *Characiella rukwae* Schmidle. E Querschnitt eines Lagers; F zwei Zellen von der Seite mit Zellkern, Chromatophor und Pyrenoid. — G—J *Actidesmium Hookeri* Reinsch. G junge Familie; H Zoosporenbildung; J Zoosporen. (A—D nach N. Wille 570/1; E, F nach W. Schmidle; G—J nach V. Miller, G 350/1, H 550/1, J 950/1.

3 Arten, *P. dimorphum* Klebs in *Lysimachia nummularia*, *Ajuga reptans*, *Chlora serotina*, *Erythraea centaurium*, *Cardamine pratensis* u. a. Ziemlich verbreitet. *P. incertum* Klebs, die in Blättern von Gramineen und Cyperaceen lebt, ist vielleicht nur eine ungeschlechtliche Form der vorherigen. *P. sphagnicolum* G. S. West in *Sphagnum* in England.

An m. Die systematische Stellung dieser Gattung ist etwas unsicher.

III. Characieae.

Die Zellen mit einem Stiele an anderen Gegenständen festsitzend oder auf einer festeren hautartigen Gallerte ohne Stiel aufsitzend. Der Chromatophor meist wandständig, glocken- oder netzförmig mit 1—mehreren Pyrenoiden; nur bei *Characiella* ist der Chromatophor sternförmig. 1 Zellkern. Die Zoosporen haben 2 oder 4 Geißeln. *Palmella*-Stadium kann bei der Keimung von Aplanosporen entstehen. Geschlechtliche Fortpflanzung bisher nur bei ein paar Arten von *Characium* sicher wahrgenommen.

9. *Sykidion* Wright in Transact. Irish. Acad. XXVIII (1881) 29 (Fig. 52 A—D). Zellen oval, rundlich oder durch Druck rundlich-eckig ohne oder mit sehr kurzem Stiel an anderen Algen befestigt. Chromatophor glockenförmig mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporen entstehen zu 2—4 in jedem Zoosporangium,

werden oft von einer gemeinsamen inneren Membran umgeben, sind oval und haben 2 gleiche Geißeln. Das Zoosporangium öffnet sich mit einem Deckel. Aplanosporen entstehen zu 1, 2 oder 4 (bisweilen noch zahlreicher) in jeder sich mit einem Deckel öffnenden Zelle. Bei der Keimung der Aplanosporen wird durch Teilungen in Kreuz- oder Tetraederform ein *Palmella*-Stadium gebildet.

3 Arten, wovon *S. Dyeri* Wright und *S. droebakense* Wille epiphytisch an Meeresalgen in Europa vorkommen. 1 Art im Baikalsee.

Anm. Eine für das Süßwasser angegebene Art: *S. polonicum* Gutwinski gehört wahrscheinlich in die Gattung *Characium*.

10. **Characium** A. Braun in Kützing, Spec. Alg. (1849) 208 (Fig. 53 F—L). (Inkl. *Tessararhtra* Morren in Nouv. mém. de l'Acad. de Brux. [1841] 27; *Ascidium* A. Braun, Betracht. über die Erschein. der Verjüngung [1851] 136; *Hydrium* Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. III [1868] 87; *Hydrocytium* Rabenhorst, l. c. 90.)—Die Zellen haften mit einem längeren

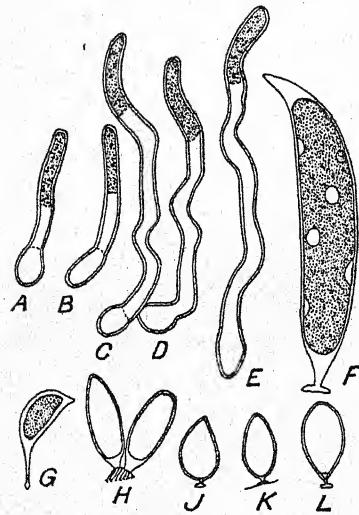


Fig. 53. A—E *Codium lacustre* Printz. — F *Characium apiculatum* Rabenh. — G *Characium ornithocephalum* A. Br. — H *Characium Brunthaleri* Printz. — J—L *Characium polymorphum* Printz. (Nach Printz, A—E 1050/1, F 780/1, G—L 650/1.)

oder kürzeren Stiel, der meist eine Haftscheibe besitzt, einzeln an verschiedenen Gegenständen, jedoch nie an eigenen entleerten Mutterzellen. Die Zellen sind sehr vielgestaltig. In der Regel haben sie Birnform, oder sie sind kugelig, eiförmig, gelegentlich stark spindelförmig verlängert, gerade oder bisweilen etwas gekrümmt; an der Spitze können sie abgerundet sein, zugespitzt, mitunter mit einer Warze oder gar mit einem Dorn versehen. Sowohl der Stiel wie die anderen Fortsätze sind aus fester Wandmasse aufgebaut. Der Chromatophor ist meist glockenförmig mit 1 Pyrenoid, doch kommen auch Arten mit 2 wandständigen Chlorophyllkörpern ohne Pyrenoid vor. Assimilationsprodukt ist Stärke. Durch sukzedane oder simultane Teilungen entstehen größere und kleinere Zoosporen mit 2 Geißeln, welche durch einen Riß, ein Loch oder Ablösen eines Membranstückes frei werden. Nachdem sie sich festgesetzt haben, wachsen sie ohne Zellteilung direkt zu einer neuen *Characium*-Zelle heran. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Heterogameteten ist nur bei 2 Arten nachgewiesen, z. B. bei *Ch. limneticum* Lemm. Da aber die Zahl und Länge der Geißeln nicht beobachtet werden konnten, ist die Möglichkeit vorhanden, daß diese Alge zur

Heterocontengattung *Characiopsis* gehört. Bei der anderen, *Characium saccatum*, gibt es sowohl ungeschlechtliche wie geschlechtliche Individuen. Letztere stellen Makro- bzw. Mikrogametangien dar. Von der Kopulation der entleerten Planogameteten ist nur der Vorbereitungsakt beobachtet. Es kann von den gestielten Zellen ein *Palmella*-Stadium gebildet werden; auch Dauerzellen kommen vor.

Characium kommt als epiphytische Alge meist auf anderen Algen und Wasserpflanzen, aber auch auf Tieren vor und hat eine kosmopolitische Verbreitung. Die meisten sind Süßwasserarten, nur 1, übrigens sehr fragliche Art, *Characium marinum* Kjellman, ist aus Meereswasser beschrieben. Die Anzahl der Arten läßt sich zur Zeit nicht sicher angeben, da neuere Untersuchungen gezeigt haben, daß eine Reihe früher zu *Characium* gerechnete Arten nicht hierher gehören, sondern zu der Heterocontengattung *Characiopsis* Borzi gestellt werden müssen. Zusammen sind bisher 76 Arten beschrieben, aber von diesen gehören 36 nach den neuesten Untersuchungen sicher zu *Characiopsis*. Sie werden sämtlich unter dieser Gattung erwähnt. So viel wir jetzt wissen, gehören folgende zu der Gattung *Characium*: *Ch. acuminatum* A. Br., *Ch. angustum* A. Br., *Ch. eremospherae* Hieron., *Ch. obtusum* A. Br., *Ch. ornithocephalum* A. Br., *Ch. Pringsheimii* A. Br., *Ch. Sieboldi* A. Br., *Ch. strictum* A. Br. und *Ch. michailovskoense* Elenkin. Für eine große Anzahl Arten ist es noch unentschieden, wohin sie gehören; uns müssen neuerliche Untersuchungen darüber noch Aufklärung bringen. Viele der beschriebenen Arten gehören übrigens nach meiner Meinung überhaupt nicht zu den Chlorophyceen, sondern zu verschiedenen anderen Gruppen. Ich

erwähne von diesen unsicheren Arten *Ch. cerasiforme* Eichl. und Racib. (wahrscheinlich = *Stylo-dinium* Klebs), *Ch. epipyxis* Herm., *Ch. urnigerum* Herm., *Ch. pedicellatum* Herm., *Ch. sessile* Herm., *Ch. phascoides* Herm. u. a.

11. **Characiella** Schmidle in Engl. Bot. Jahrb. XXXII (1903) 82 (Fig. 52 E, F). Zellen eiförmig, zu freischwimmenden, tafelförmigen, einschichtigen, unregelmäßig begrenzten Kolonien verbunden, auf einer festeren, dünnen, hautartigen Gallerte aufsitzend und in einer zarten, nach aufwärts undeutlich begrenzten Gallerthülle steckend. Der Chromatophor zentral, sternförmig, mit zentralem Pyrenoid. Assimilationsprodukt ist Stärke. Der Zellkern nach unten verlängert. Vermehrung wahrscheinlich durch Zoosporen mit 2 gleichen Geißeln.

Nur 1 Art, *Ch. rukwae* Schmidle als Süßwasserplankton in Afrika, im Rukwa-See des Nyassalandes.

12. **Codiolum** A. Braun, Alg. unicell.-gen. (1855) 19 (Fig. 53 A—E und Fig. 54). — Zellen langgestreckt, verkehrt eiförmig, keulenförmig oder subzylindrisch, an der Basis in einen soliden, längeren oder kürzeren, sich nach unten verdünnenden farblosen Stiel verlängert. Zellwand verhältnismäßig dick, bei *C. petrocelidis* bisweilen mit apikalen Membranverdickungen. Die Membran zeigt Pektosereaktion. Der Chromatophor bildet ein wandständiges Netz mit Fortsätzen nach innen und führt mehrere Pyrenoide. Zellkern zentral. Vermehrung durch relativ große 4geißelige Zoosporen, von denen 16—32 bei sukzedaner Teilung entstehen; sie sind birnförmig, nach hinten zugespitzt und haben einen roten Augenfleck. 2geißelige umgekehrt eiförmige Schwärmer, die vielleicht Gameten sind, sind auch angegeben, aber Kopulation ist nicht beobachtet. Aplanosporen vorhanden.

Es sind 8 Arten beschrieben, viele sind aber besser nur als Varietäten anzusehen. Mit Ausnahme einer Art kommen sie alle im Meereswasser oder in Brackwassertümpeln vor. *C. petrocelidis* Kuck. lebt in den Krusten von Florideen wie *Cruoria*, *Petrocelis* usw. in Europa und Amerika, die anderen kommen dicht gesellt auf Steinen, Balken usw. in der Littoralregion vor. Am besten bekannt sind *C. gregarium* A. Br. und *C. pusillum* (Lyng.) Kjellm., die wahrscheinlich zirkumpolar sind; das erstgenannte ist auch aus Kerguelen bekannt. Die einzige Süßwasserart ist *C. lacustre* Printz im südlichen Norwegen.

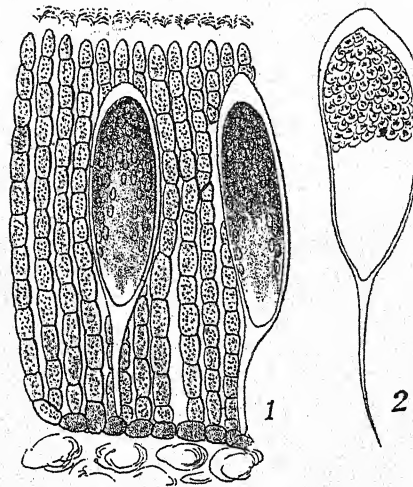


Fig. 54. *Codiolum petrocelidis* Kuck. 1 Zwischen den Fäden von *Cruoria*. — 2 in Zoosporenbildung begriffen. (1 nach Cohn; 2 nach Kuckuck.)

IV. Actidesmieae.

Die kugeligen bis spindelförmigen Zellen, mit einem parietalen Plattenchromatophor ohne Pyrenoid, sind mittels eines kürzeren Stieles in einem Gallertklümpchen vereinigt und bilden freischwimmende, radial angeordnete Kolonien. Die 2geißeligen Zoosporen setzen sich mit ihren Vorderenden unmittelbar an der Öffnung der entleerten Mutterzelle fest, wo sie zu einer neuen Generation heranwachsen. In dieser Weise können Generationen dritter Ordnung entstehen, dann lösen sie sich aber in einzelne Generationen auf. Befruchtung unbekannt.

13. **Actidesmium** Reinsch in Flora, Bd. LXXIV (1891) 445 (Fig. 52 G—I). — Zellen kugelförmig bis oval oder spindelförmig mit einem kurzen Stiel, zu 4-, 8- oder 16zelligen, radial angeordneten Kolonien vereinigt. Die Stielchen vereinigen sich in einem zentralen Gallertklümpchen. Membran dünn, aus Zellulose bestehend. Der Chromatophor eine gebogene Platte, die mantelartig der Zellwand anliegt und nur einen schmalen Spalt freiläßt; Pyrenoid fehlt. 1 Zellkern. Vermehrung durch Zoosporen, die zu 4—8 oder 16 in allen Zellen gleichzeitig durch sukzedane Teilung gebildet werden. Sie sind birnförmig mit farblosem Schnäbelchen, 2 ungefähr (!) gleichen Geißeln, aber ohne Augenfleck. Die Mutter-

zellhaut vergallert am Scheitel, und die Zoosporen werden frei, sammeln sich zuerst vor der Öffnung in einer Kugel und wenden sich nachher mit ihren schnabelförmigen Enden zur Spitze der entleerten Mutterzelle, wo sie sich befestigen und zu einer neuen Zellgeneration herauswachsen. Dies kann sich noch einmal wiederholen, wodurch eine Kolonie dritter Ordnung entsteht; dann aber lösen sie sich in die einzelnen, aus 4—8 oder 16 Zellen bestehenden Generationen auf. Kolonien vierter Ordnung scheinen nicht vorzukommen. Aplanosporen sind bekannt, sie entstehen aus Zoosporen, welche sich vor Öffnung der Mutterzelle in einer Kugel sammeln und nicht zur Bewegung kommen (»Makrogonidien«). Außerdem kommen Dauerzellen mit warziger Membran vor. Befruchtung unbekannt.

2 Arten im Süßwasser, *A. Hookeri* Reinsch., als Plankton ziemlich verbreitet, ist das gewöhnlichste. *A. globosum* Steinecke in torfigen Wasseransammlungen in Deutschland.

An m. Die systematische Stellung der Gattung *Actidesmium* ist unsicher; sie gehört vielleicht zu den Heteroconten, wo sie große Übereinstimmung mit den Ophioctyiaceen zeigt. Die Frage ist noch unentschieden und bedarf einer neuen Untersuchung. Durch die Kolonienbildung zeigt sich auch gewisse Übereinstimmung mit *Ecballocystis* Bohlín.

Zweifelhafte Gattungen.

1. **Oophila** Lambert. Kugelige oder durch Druck etwas eckige Zellen, die endozootisch in der Eimembran von *Amblystoma punctatum* vorkommen.

Nur 1 Art, *O. amblystomatis* Lambert aus Nordamerika.

An m. Getrocknete Exemplare sind vorhanden (Phycoth. Americana No. 1267), es fehlt aber sowohl die Gattungs-, wie die Artdiagnose.

2. **Rodoessa** Perty, Kl. Lebensf. (1852) 216, sind nur absterbende Familien von *Synura uvella* Ehrb. oder einer verwandten Form.

3. **Acanthoica** Lohmann in Wissenschaftl. Meeresuntersuch. N. F. Bd. 7 (1903) 68. Die Zellen haben gelbe Chromatophoren und können deshalb nicht zu den Chlorophyceen gerechnet werden.

4. **Diplocystis** Cleve und 5. **Hexasterias** Cleve, Atlant. Plankton Organisms (1901) 359, sind vielleicht Eier von Tieren im Meeresplankton und gehören sicher nicht zu den Chlorophyceen.

6. **Hyalophysa** Cleve, Atlant. Plankton Organisms (1901) 359. Gehört vielleicht als Entwicklungsstadium zu einer Bacillariacee im Meeresplankton; sie ist sicher keine Chlorophycee.

7. **Pterococcus** Lohm., 8. **Pterocystis** Lohm., 9. **Pterosperma** Pouchet und 10. **Pterosphaera** (Jörg.) Lohm. werden von H. Lohmann (»Eier und sog. Cysten der Plankton-Expedition« in »Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. IV. N. Kiel u. Leipz. 1904«) zu einer Familie **Pterospermataceae** vereinigt. Diese Gattungen haben aber gelbbraune Chromatophoren und gehören nicht zu den Chlorophyceen; sie sind wahrscheinlich Ruhestadien von Organismen, die vielleicht zu den braunen Flagellaten gerechnet werden können.

Farblose Nebenformen der Chlorococcaceae (Rhodochytriaceae).

Wichtigste Literatur: G. Lagerheim, *Rhodochytrium* nov. gen. (Botan. Zeitung, Bd. 51, 1893). — G. F. Atkinson, A Parasitic Algae, *Rhodochytrium spilanthis* Lagerh. in North America (Botan. Gazette XLVI, 1908). — R. F. Griggs, The Development and Cytology of *Rhodochytrium* (Botan. Gazette, LIII, 1912). — B. Palm, The geographical Distribution of *Rhodochytrium* (Arkiv för Botanik, Bd. 18 [1924] Nr. 15).

Es ist eine chlorophyllfreie Gattung beschrieben, die so große Ähnlichkeit mit den Chlorococcaceen zeigt, daß man sie als eine reduzierte Form derselben ansehen muß, die auf Grund ihres Parasitismus farblos geworden ist. Die in Blättern parasitierende Gattung *Rhodochytrium* Lagerh. schließt sich so nahe an *Phyllobium* Klebs an, daß ein genetischer Zusammenhang sehr wahrscheinlich ist.

Rhodochytrium Lagerh. in Bot. Zeitung Bd. 51 (1893) 44 (Fig. 55 C—H). — Die Zellen sind farblos oder mit roten Öltropfen gefüllt, die durch Hämatochrom oder ein anderes Lipochrom gefärbt sind, flaschenförmig, nach unten rhizoidenartig verzweigt. Der Schlauch dringt gegen die Gefäßbündel vor, verzweigt sich reichlich, besonders in

dem Siebteil, und bildet kugelige oder unregelmäßig angeschwollene Sporangien, in welche alles Material aus dem gesamten ungegliederten Schlauchsystem einwandert und sich durch eine Wand von den entleerten Teilen abgliedert. In diesen dünnwandigen Vermehrungssporangien (Zoosporangien oder Gametangien) wird eine große Anzahl kegelförmiger oder ovaler, chlorophyllfreier Schwärmzellen mit 2 gleichen Geißeln und Hämatochrom am Vorderende gebildet. Die Schwärmzellen keimen direkt oder kopulieren wie Gameten und bilden runde Zygoten. Bei der Keimung treibt die Schwärmzelle oder Zygote zuerst einen Keimschlauch durch die Blattepidermis, verzweigt sich dann schlauchartig in den Interzellularräumen der Wirtspflanze und kann kurze Haustorien bilden. Neben den Vermehrungssporangien finden sich noch Dauersporangien (Aplano-

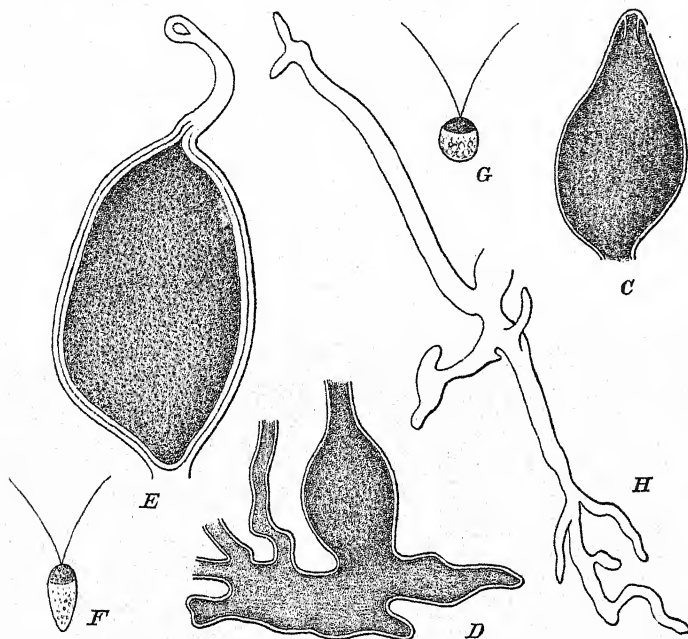


Fig. 55. C—H *Rhodochytrium spilanthis* Lagerh. C Vermehrungssporangium; D Bildung eines Vermehrungssporangiums aus dem rhizoiden Teile; E Aplouspore; F, G Schwärmzellen nach dem Austritt und einige Zeit nachher; H Verzweigungen des rhizoiden Teiles. (C—H nach G. Lagerheim.)

sporen), welche eine Zeit ruhen müssen, ehe sie keimen. Sie haben eine dicke, 2schichtige, aus Zellulose bestehende Wand, enthalten viel Stärke und blaurotes Öl. Näheres nicht bekannt.

Nur 1 Art, *R. spilanthis* Lagerh. in Nord- und Südamerika in *Spilanthes acmella*, *S. pseud-acmella*, *Ambrosia*-Arten, *Ageratum comyzoides*, *Solidago* u. a. schmarotzend. In jüngster Zeit mit den Wirtspflanzen nach Sumatra eingeschleppt. Die jährliche Periodizität dieser Alge scheint in Sumatra ganz auszubleiben.

Chlorosphaeraceae.

Mit 3 Figuren.

Wichtigste Literatur: G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen (Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen, Bd. 1, Leipzig 1883. — J. de Toni, Sylloge Algarum I, Patavii 1889, p. 691—692. — M. Möbius, Bearbeitung der von H. Schenck in Brasilien gesammelten Algen (Hedwigia 1889, S. 315—318, Taf. X, Fig. 3—7). — A. Artari, Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen (Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou, 1892). — R. Chodat, Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoidées, I (Bulletin

de l'Herbier Boissier, T. II, 1894). — J. W. Snow, The Plankton Algae of Lake Erie (U. S. Fish Commission Bulletin for 1902). — R. Gerneck, Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen (Beiheft zum Botan. Centralblatt, Bd. XXI, 1907). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 5, Jena 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — E. Tereg, Einige neue Grünalgen (Beiheft zum Botan. Centralblatt, Bd. XXXIX, 1922). — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. 1, 1922. — N. Wille, Süßwasser-algen von der deutschen Südpolar-Expedition auf dem Schiff »Gauss« (Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, Bd. VIII, Botanik, Berlin 1924).

Merkmale. Zellen rund oder elliptisch, bisweilen etwas kantig, unbeweglich, einzeln oder meist zu kleineren lockeren oder dichteren Verbänden vereinigt in eine Gallertmasse von unbestimmter Form eingelagert. Vermehrung der Zellen geschieht durch vegetative Zweiteilung in 1—2 oder 3 Richtungen des Raumes. Aus jeder Zelle werden meist 4 oder auch mehrere Zoosporen gebildet, welche 2 oder 4 Geißeln haben und direkt eine der Mutterzelle ähnliche unbewegliche Zelle hervorbringen. Geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht bekannt.

Vegetationsorgane. Die Zellen, welche meist an untergetauchten Gegenständen, wo sie grüne Überzüge bilden, sowie an den Blättern und Stengeln lebender und toter Wasserpflanzen, aber auch frei vorkommen, liegen entweder einzeln, oder sie kommen zu mehreren bis zu einer großen Anzahl durch formlose Gallertmassen zu lockeren oder dichtgedrängten, zuweilen gewebeartigen Aggregaten vereinigt vor. Die einzelnen Zellen sind meist recht lose miteinander verbunden, weshalb sie sich mit Leichtigkeit voneinander abzulösen vermögen. Bisweilen können derartige lose Verbindungen die Gestalt fadenähnlicher Reihen annehmen, welche an einfache Ulotrichaceen erinnern. Die Zellen sind kugelig bis breit-oval oder dadurch, daß sie nach der Teilung zusammen liegenbleiben, etwas kantig. Der Chromatophor ist glockenförmig, hohlkugelig oder netzförmig durchbrochen, mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Bei den vegetativen Teilungen entstehen Querwände, welche sich in 1—2 oder 3 Richtungen des Raumes entwickeln können. Die jungen Zellwände setzen sich also an die Innenschichte der alten persistierenden Mutterzellhaut an. Die Teilung ist eine einfache Zweiteilung wie bei den *Pleurococcaceae* und den höheren Algen und steht im schroffen Gegensatz zu der Aplanosporen- und Autosporenbildung bei den übrigen Protococcoideen.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung und Ruhezustände. Aus jeder Zelle können meist 4 — oder auch mehrere — Zoosporen entstehen, welche sich alsbald zu neuen unbeweglichen, der Mutterzelle gleichenden vegetativen Zellen entwickeln. Die Zoosporen entstehen durch sukzessive Teilungen und haben bei *Chlorosphaera* und *Chlorosarcina* 2, bei *Planophila* (inkl. *Chlorotetras*) 4 Geißeln. Die Gestalt der Schwärmer ist kugelig bis lang-oval, am hinteren Ende befindet sich ein becherförmiger Chromatophor mit 1 Pyrenoid und am vorderen Körperteil ein seitlicher Augenfleck.

Es ist von größtem Interesse, zu beachten, daß bei dieser Familie augenscheinlich eine Reduktion der Zoosporenbildung zu finden ist, die meist nur in verhältnismäßig geringerer Anzahl gebildet werden und außerdem auch nur ganz kurzlebig sind. Bei gewissen Arten, z. B. *Planophila* (*Chlorotetras*) *asymmetrica*, sehen wir, daß die Schwärmerbildung gegenüber der Vermehrung durch vegetative Teilung stark in den Hintergrund getreten ist, und bei *Chlorosarcina elegans* schwärmen die Zoosporen zuweilen gar nicht oder nur teilweise aus; sie keimen noch innerhalb der Mutterzellmembran und machen daselbst sogar die ersten Teilungen durch.

Außer den gewöhnlichen Zoosporen tritt bei *Chlorosarcina minor* noch eine zweite Art von Schwärmsporen auf, die sich von der ersten sofort durch ihre schlanke, leicht biegsame und sehr geschmeidige Gestalt unterscheiden läßt. Der innere Bau ist jedoch der gleiche. Das Schicksal dieser zweiten Schwärmerform ist ungewiß. Es liegt nahe, an Gameten zu denken, aber eine Kopulation ist weder bei dieser Art noch überhaupt bei irgendeinem Vertreter dieser Familie wahrgenommen worden. Bei den verschiedenen Arten findet die Vermehrung der Zellen bald vorwiegend durch vegetative Teilungen, bald vorwiegend durch Schwärmsporen statt.

Unter ungünstigen Bedingungen, wie Wassermangel u. dgl., kann sich fast jede vegetative Zelle zu einer Dauerzelle — Akinet — umbilden, die dann später wieder Zoosporen hervorbringt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Diese kleine Familie betrachte ich als ein Verbindungs-glied zwischen den Tetrasporaceen und Chlorococcaceen auf der einen Seite und den Pleurococcaceen auf der anderen. Sie kombiniert die Zoosporenbildung der ersteren Familien mit der charakteristischen vegetativen Zweiteilung der letzteren. Wie wir gesehen haben, ist bei gewissen Formen, z. B. *Planophila asymmetrica* u. a., die Schwärmbildung stark unterdrückt, und hierin ist ein Übergang zu den Pleurococcaceen angedeutet, bei welchen die Zoosporen gänzlich fehlen. Überdies sind die beiden Familien überaus charakteristisch durch die vegetative Zweiteilung der Zellen, ein Teilungsmodus, der unter den Protococcoideen sonst nicht vorkommt und die Annahme eines genetischen Zusammenhanges mit den höheren Algen, wie den Ulotrichaceen, wahrscheinlich macht. Eben auf Grund dieser Zweiteilung kann ich die hier vertretenen drei Gattungen weder unter die Tetrasporaceen noch unter die Chlorococcaceen einreihen, wie es gewöhnlich geschieht. Einige Arten zeigen sogar Ähnlichkeit mit gewissen Chaetophoraceen; und die Möglichkeit, daß die *Chlorosphaera*-Arten nur Entwicklungsstadien von höheren, den Chaetophoraceen zugehörigen Algen sein könnten, ist auch von hervorragenden Algalogen angeführt worden. Bei anderen Arten hinwiederum scheinen die vegetativen Teilungen im Verschwinden begriffen zu sein und die Vermehrung hauptsächlich von den Schwärmsporen übernommen zu werden, was auf eine nahe Verwandtschaft mit den Chlorococcaceen, besonders *Chlorococcum*, hindeutet. Unter den Chlorococcaceen befinden sich auch mehrere Formen (*Chlorochytrium*), die als Raumparasiten wie die Gattung *Chlorosphaera* leben. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß die Vertreter dieser kleinen Familie die letzten Reste von intermediären Formen zwischen *Pleurococcus* und den niederen Chlorophyceen darstellen. Besonders bei *Chlorosarcina* treten die Schwärmsporen mitunter nicht oder nur teilweise aus, sie keimen noch in der Mutterzellmembran und machen da sogar die ersten Teilungen durch, was als eine Neigung zur Aplanosporenbildung betrachtet werden kann.

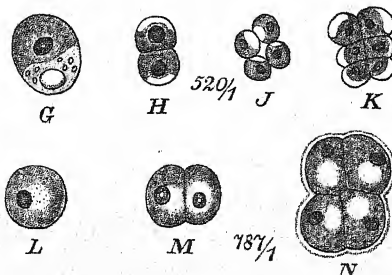


Fig. 56. G—K *Planophila asymmetrica* (Gern.) Wille. Verschiedene Kolonien. — L—N *Chlorosarcina minor* Gern. Einzelne Zellen und Zellkolonien. (G—N nach R. Gerneck, G—K 520x, L—N 787x.)

Einteilung der Familie.

A. Chromatophor glockenförmig bis hohlkugelig.

a. Vegetative Teilung nach 1 oder 2 Richtungen des Raumes. Zoosporen 4geißelig

1. *Planophila*.

b. Vegetative Teilung meist nach 3 Richtungen des Raumes. Zoosporen 2geißelig

2. *Chlorosarcina*.

B. Chromatophor netzförmig durchbrochen. Zoosporen 2geißelig 3. *Chlorosphaera*.

1. ***Planophila*** Gerneck in Beih. Bot. Cbl. Bd. XXI, 2 (1907) 227 (Fig. 56 G—K). (Inkl. *Chlorotetras* Gern., Zur Kenntn. nied. Chlorophyceen in Beih. zum Bot. Centralblatt, Bd. XXI [1907] 229.) — Die Zellen kugelig oder etwas ausgebaucht, vereinzelt oder in kleinen (meist 2—8zelligen) Kolonien dicht vereinigt, ohne hervortretende Gallerthülle. Die Zellwände sind dünn, farblos und wenig verschleimend. Ein Zellkern im farblosen Teil der Zelle. Der Chromatophor grün, glockenförmig, mit 1 Pyrenoid; das Assimilationsprodukt ist Stärke oder fettes Öl. Im Zellinnern zuweilen 2 Vakuolen. Vermehrung durch vegetative Teilung der Zellen in 1—2 Richtungen. In den Zoosporangien, die aus den vegetativen Zellen direkt hervorgehen, werden 4—8 eiförmige bis kugelige Zoosporen gebildet, sie haben 4 Geißeln und einen becherförmigen Chromatophor, mit oder ohne Stigma; sie wachsen direkt zu neuen vegetativen Zellen aus. Die Akineten haben dickere Membran und sind mit Stärke, bisweilen auch mit einem schwach roten Öl gefüllt. Gameten nicht bekannt.

Nur 2 Arten, *P. laetevirens* Gern. und *P. asymmetrica* (Gern.) Wille (= *Chlorotetras asymmetrica* Gern.). Beide wurden zuerst in Deutschland in Kulturgläsern mit feuchter Erde gefunden, haben aber eine größere, wahrscheinlich kosmopolitische Verbreitung.

Sekt. I. *Euplanophila* Printz. Schwärmerbildung häufig, die vegetative Teilung hingegen von weniger Bedeutung. Die Tochterzellen trennen sich sofort nach der Teilung, so daß größere Zellkomplexe nicht vorkommen. *P. laetevirens* Gern.

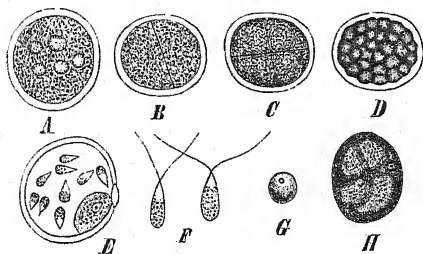


Fig. 57. *Chlorosphaera alismatis* Klebs. A Eine Zelle, die noch nicht geteilt ist; B—D Ausbildung der Zoosporen durch sukzessive Zweiteilungen; E Austreten der Zoosporen, wobei ein Protoplasma-rest zurückbleibt; F Zoosporen; G keimende Zoospore; H eine junge Zelle, bei welcher das Chromatophor deutlicher hervortritt. (Nach Handzeichnungen von Klebs.)

regelmäßige, nach 3 Richtungen des Raumes erfolgende, vegetative Teilung, wodurch *Pleurococcus*-ähnliche Zellverbände entstehen können. In den Zoosporangien, die aus den vegetativen Zellen direkt hervorgehen, werden 4 bis viele Zoosporen mit 2 Geißeln und becherförmigem, etwas von Öl gerötetem Chromatophor gebildet; sie haben 1—2 Stigmata.

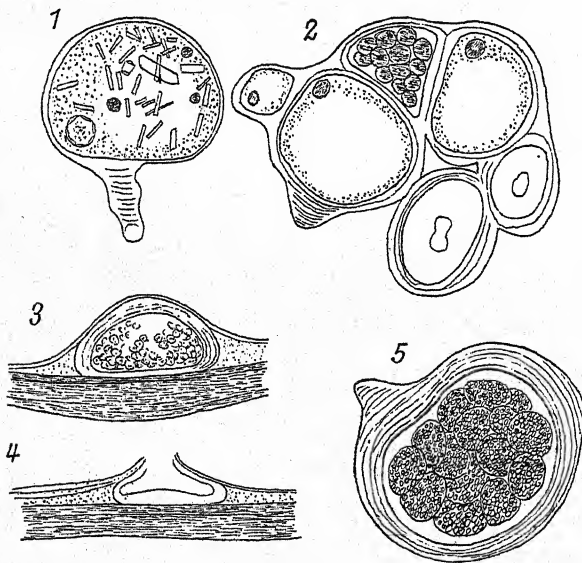


Fig. 58. *Entophysa charae* Möbius. (Nach Möbius, 1, 3—5 500/1, 2 550/1).

gewebeartigen, flachen Haufen oder zu wenigzelligen, fadenähnlichen Komplexen in einer Gallertmasse von unbestimmter Form vereinigt, frei, epi- oder endophytisch lebend. Chromatophor parietal, netzförmig durchbrochen, mit 1—zahlreichen Pyrenoiden. Vermehrung durch vegetative Zweiteilung nach 2—3 Richtungen des Raumes. Die Zoosporen sind eiförmig-zylindrisch, 2geißelig. Akineten bekannt.

8—9 Arten, welche in süßem Wasser frei, epiphytisch oder als Raumparasiten in Wasser-

Sekt. II. *Chlorotetras* (Gerneck in Beih. Bot. Cbl., Bd. XXI, 2 [1907] 229 — als Gattung) Printz. Vegetative Vermehrung durch sukzedane Teilung in 2 Richtungen sehr ausgeprägt, wodurch größere Komplexe aus in einer Ebene liegenden Zellen entstehen. Schwärmerbildung relativ selten; die Schwärmer sind nur kurze Zeit in Bewegung und kommen bald zur Ruhe. *P. asymmetrica* (Gern.) Wille.

2. *Chlorosarcina* Gerneck in Beih. Bot. Cbl. Bd. XXI, 2 (1907) 224 (Fig. 56 L—N). — Die Zellen sind kugelig, vereinzelt oder zu kleinen, paketförmigen Kolonien mit wenig hervortretender Gallerthülle vereinigt. Die Zellwände sind dünn, farblos und bisweilen etwas verschleimend. 1 Zellkern. Der Chromatophor ist grün, wandständig, hohlkugelig, mit oder ohne Pyrenoid; Assimilationsprodukt ist Stärke und bisweilen etwas fettes Öl von gelblichroter Farbe. Vermehrung durch eine

Außer den gewöhnlichen dickeren Zoosporen kommen auch schlankere Mikrozoosporen vor (Gameten?). Kopulation wurde aber nicht beobachtet. Zuweilen schwärmen die Zoosporen nicht oder nur teilweise aus, keimen vielmehr schon innerhalb der Mutterzellmembran und machen daselbst sogar die ersten Teilungen durch.

5 Arten sind beschrieben. 3 kommen in stehenden Gewässern vor und sind in Kulturgläsern mit Süßwasser gefunden worden; 2 Arten als Planktonen. Sie haben wahrscheinlich eine weite Verbreitung.

3. *Chlorosphaera* Klebs in Unters. bot. Institut Tübingen Bd. I (1883) 233 (Fig. 57). — Zellen kugelig, oval bis etwas kantig, entweder einzeln oder auch mehrere zu lockeren oder dichtgedrängten, zuweilen

pflanzen über die ganze Welt vorkommen. So bildet *Chl. endophyta* Klebs kugelige Zellanhäufungen zwischen den Epidermiszellen von *Lemma minor*; *Chl. alismatis* Klebs lebt in toten Blättern von *Alisma Plantago* und vermehrt sich fast ausschließlich durch Schwärmsporen; *Chl. angulosa* (Corda) Klebs hingegen bildet durch lebhafte vegetative Teilungen zusammenhängende grüne Schleimmassen auf untergetauchten Pflanzenteilen. *Chl. consociata* Klebs, *Chl. lacustris* Snow und *Chl. parvula* Snow kommen an untergetauchten Gegenständen als grüne Überzüge vor. Die Gattung hat auch Vertreter in dem antarktischen Gebiet.

Eine zweifelhafte, vielleicht hierher gehörige Gattung ist

Entophysa Möbius in Hedwigia Bd. 28 (1889) 315 (Fig. 58). — Die Zellen fast kugelig oder birnförmig, leben einzeln oder zu mehreren an den Stengeln von *Chara* und anderen Wasserpflanzen. Membran dick, an einer Stelle warzenförmig vorgezogen. Der Chromatophor scheibenförmig (wandständig?), mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch vegetative Teilung sowie durch Zoosporen zu 8—64 in einer Zelle entstehend, durch eine Öffnung der Membran ausschlüpfend. Kann leicht mit *Kentrosphaera* verwechselt werden.

1 Art, *E. charae* Möb. an den Stengeln verschiedener Wasserpflanzen in brackischem Wasser.

Pleurococcaceae.

Mit 7 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Meneghini, Monographia Nostochinearum Italicarum. Augustae Taurinorum 1842. — F. Kützinger, Species Algarum, Lips. 1849. — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, 1849. — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum III, 1868. — A. Hansgirg, Über neue Süßwasser- und Meeresalgen u. Bakterien (Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. M. N. Cl. 1890, I, Prag 1890). — F. Gay, Rech. s. Dével. et Classif. de quelques Algues vertes, Paris 1891. — A. Artari, Unters. üb. Entw. u. Syst. einig. Protococcoideen (Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 1892). — W. & G. S. West, Welwitsch's African Freshw. Algae (Journ. of Botany, London 1897). — N. Wille, Zeichnungen von einigen Planktonalgen (Biol. Centralbl., Bd. 18, Leipz. 1898); New Forms of green Algae (Rhodora Vol. I, Boston 1899). — W. Schmidle, Über drei Algengenera (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 19, Berlin 1901); *Rhodoplax Schinzii* Schmidle et Wellheim, ein neues Algengenus (Bull. l'Herb. Boissier, Ser. 2, T. 1, Genève 1901). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — J. W. Snow, Plankton Algae of Lake Erie (U. S. Fish Commission Bulletin 1902, Washington 1903). — N. Wille, Algolog. Untersuchungen a. d. biol. Station Drontheim, III, V (Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter, Trondhjem 1906). — W. Bialosuknia, Sur un nouveau genre de Pleurococcacees (Bulletin de la Soc. Botanique de Genève, 2me Serie, Vol. I, 1909). — R. Chodat, Etude critique et experimentale sur le polymorphisme des algues. (Mém. publié a l'occasion du Jubilé de l'Université, Genève 1909). — Eliz. Acton, *Coccomyxa subellipsoidea*, a new member of the *Palmellaceae* (Ann. of Bot., Vol. 23, 1909); *Botrydina vulgaris*, a primitiv Lichen. (Ann. of Bot., Vol. 23, 1909). — N. Wille, Algologische Notizen XXI, Über *Coccomyxa Corbieri* n. sp. (Nyt Magazin f. Naturvidensk., Bd. 48, 1910). — H. Bachmann, Das Phytoplankton des Süßwassers, Jena 1911. — W. Bialosuknia, Recherches physiol. sur une algue, le *Diplosphaera Chodati* (Bulletin de la Soc. Botanique de Genève, 2me serie, Vol. III, 1911). — N. Wille, Algologische Notizen XXII, Studien in Agardhs Herbarium (Nyt Magazin for Naturvidensk., Bd. 51, 1913). — R. Chodat, Monographies d'algues en culture pure. Matériaux pour la flore cryptogamique Suisse, Vol. IV, Fasc. 2, Berne 1913. — H. Printz, Kristianiatriaktsens Protococcoideer (Videnskaps selsk., Skr. I, Kristiania 1914). — J. Woloszyńska, Studien über das Phytoplankton des Viktorisees (Hedwigia, Bd. LV, 1914). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 5, Jena 1915. — J. B. Petersen, Studier over danske aerophile alger (Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 7 Raekke, København 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916; Algological Notes XIX. The Genus *Protococcus* Agardh. (Journ. of Botany, Vol. 54, 1916). — E. Naumann, Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen (Arkiv f. Botanik, Bd. 16, 1919). — G. M. Smith, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin (Wisconsin Geological and Natural History Survey, Madison, Wis. 1920). — R. Chodat, Algues de la région du Grand St. Bernard (Bulletin de la Soc. Botanique de Genève, 1921). — H. Printz, Subaërial Algae from South Africa (Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr., 1920, Trondhjem 1921). — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — R. et F. Chodat, Esquisse planctologique de quelques lacs français (Festschr. Carl Schröter, Veröffentlich. des Geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, H. 3, 1925). — Friedrich Brand und S. Stockmayer, Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen (Archiv für Protistenkunde, Bd. 52, 1925).

Merkmale. Die Zellen sind immer unbeweglich, leben einzeln oder \pm fest miteinander zu Kolonien verbunden, die oft von Gallerte zusammengehalten sind. Vermehrung durch sukzessive einfache Zweiteilungen in 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes und durch Vergallertung der äußeren Membranschichten, wodurch einzelne Zellen oder Zellverbände frei werden können. Akineten können vorkommen; Zoosporen, Aplanosporen und geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt.

Vegetationsorgane. Die Zellen können einzeln leben, aber meistens kommen sie in mehrzelligen Kolonien vor, entweder direkt mittels der Zellwände miteinander verbunden (*Pleurococcus*), oder sie liegen in Gallertmassen von \pm bestimmter Form (*Dispora*, *Pseudotetraspora*, *Elakatothrix*, *Coccomyxa*). Die Kolonien können entweder frei liegen, an der Unterlage kleben oder als Plankton schweben. Bei *Pseudotetraspora*, *Elakatothrix* und

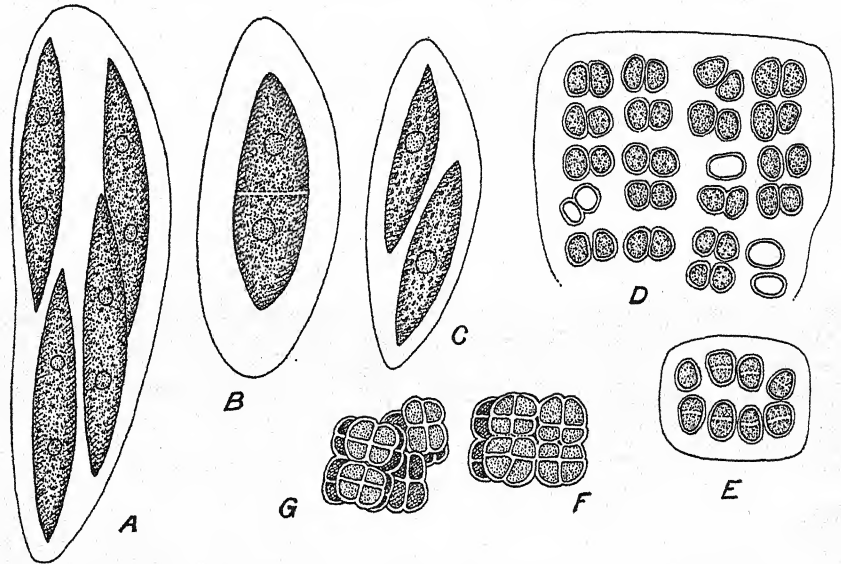


Fig. 59. A—C *Elakatothrix viridis* (Snow) Printz. A Vierzellige Kolonie, in den Zellen haben sich die Pyrenoide geteilt; B Exemplar in Teilung; C Zweizellige Kolonie. — D, E *Dispora crucigenoides* Printz. D eine größere, E eine kleinere Kolonie, die Zellen in Teilung begriffen. — F—G *Pleurococcus consociatus* Printz. Zwei größere Kolonien. (Nach H. Printz, 780/1.)

Coccomyxa sind die Gallertmassen hohlkugelig—walschlich oder von ganz unregelmäßiger Form, mikro- oder makroskopisch, bei *Dispora* liegen dagegen die Zellen sämtlich in einer Ebene und bilden einschichtige, plattenförmige Kolonien. Die Gestalt der Zellen ist sehr verschieden, von kugelig-eckig bis spindel- und nadelförmig. Die Membran ist glatt und wird oft in ihren äußeren Schichten zu Gallerte, die homogen oder geschichtet sein kann. Der Chromatophor ist parietal, platten- oder glockenförmig, meist an einer Seite verdickt und bisweilen am Rande gelappt. Pyrenoide sind bei einigen vorhanden; das Assimilationsprodukt ist Stärke oder Öl.

Die Vermehrung ist nur vegetativ, durch gewöhnliche sukzessive Zweiteilungen der Zellen in 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes. Die jungen Zellwände setzen also an die alten persistierenden an — ganz wie bei den höheren Algen. Bei langgestreckten Zellen, z. B. *Elakatothrix* (Fig. 59 B), ist die Teilungsebene immer quer zur Längsachse der Zellen, und die Teilung geht somit nur in einer Richtung vor sich. *Dispora* (Fig. 59 E) wird durch kreuzweise Teilungen in 2 Richtungen des Raumes gebildet, wodurch plattenförmige Kolonien entstehen, und bei *Pleurococcus* vollziehen sich die Teilungen wechselweise in allen 3 Richtungen des Raumes, wodurch paketförmige Kolonien zustande kommen (Fig. 59 G, F). Nach den Teilungen können vereinzelte Zellen oder Zellkomplexe durch Verschleimung der Zellwände abgelöst werden und vermehren dadurch die Kolonien.

Dauerzellen (Akineten) werden durch Vergrößerung der vegetativen Zellen, Konzentration der Nährstoffe und Verdickung der Wände bei einigen Gattungen (*Pseudotetraspora*, *Coccomyxa*, *Elakatothrix* und bei *Pleurococcus*) gebildet. Aplanosporen und Befruchtung sind unbekannt; ebenfalls sind Zoosporen bei keinem Vertreter dieser Familie sicher nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. Mit Ausnahme von *Pseudotetraspora* und einer Art von *Coccomyxa* kommen alle in Süßwasser oder als Luftalgen vor. Die *Pleurococcus*-Arten *Coccomyxa* und *Elakatothrix* kommen kosmopolitisch vor, andere, wie *Dispora* und *Pseudotetraspora* sind bisher nur an verhältnismäßig wenigen Lokalitäten bekannt. *Pseudotetraspora Gainii* Wille ist als »grüner und roter Schnee« in antarktischen Gegenden gefunden.

Verwandtschaftliche Verhältnisse. Diese Familie ist Gegenstand eines sehr wechselnden Schicksals sowohl bezüglich Umfang wie Gattungszahl gewesen; von einigen Algologen ist sie sogar ganz ausgestrichen, und ihre Vertreter wurden an den verschiedensten Stellen in das algologische System eingereiht. Indessen bilden die Pleurococcaceen — so wie ich sie hier auffasse — eine ganz natürliche Familie, die vor allem durch ihre Zweiteilung der Zellen sehr charakteristisch ist. Durch diesen Teilungsmodus, der unter den Protococcoideen sonst nur bei der kleinen Familie *Chlorosphaeraceae* vorkommt, bilden die beiden genannten Familien eine natürliche phylogenetische Entwicklungsreihe, die zu den höheren Algen direkt hinaufführt. Von den Chlorosphaeraceen unterscheiden sich die Pleurococcaceen durch Mangel an Zoosporen. Zwar liegen Angaben über Zoosporen bei *Pleurococcus* vor, aber dies ist noch nicht einwandfrei festgestellt worden. Bei der früher als *Pleurococcus lobatus* Chod. bezeichneten Alge hat J. B. Petersen (1915) das Vorkommen von Zoosporen angedeutet, und später wurden Zoosporen bei dieser Art zwischen Material aus Afrika von mir gefunden. Auch wegen Abweichungen in der Kolonieförmigkeit habe ich diese Art zur Gattung *Pleurastrum* gestellt. Indessen darf man wohl nicht die Angaben von Zoosporen bei *Pleurococcus* ohne weiteres ganz ablehnen. Überhaupt kann man wohl den großen prinzipiellen Unterschied zwischen zoosporenbildenden und nichtzoosporenbildenden Algen nach den Erfahrungen der neueren Zeiten nicht mehr aufrechterhalten. Von einigen Algologen wird *Pleurococcus* als eine reduzierte Chaetophoracee aufgefaßt, und der Übergang von *Pleurococcus* zu *Pleurastrum* (*Pseudopleurococcus*) scheint auch nicht allzu groß zu sein. Ähnlicher Übergänge zwischen den Pleurococcaceen und den Ulotrichaceen gibt es übrigens mehrere, z. B. *Nannochloris* — *Stichococcus*; gewisse Arten von *Rhaphidonema* könnte man ebensogut in die Pleurococcaceen einreihen. Solche Übergangsformen machen die Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen den Pleurococcaceen und den Chaetophorales sehr wahrscheinlich. Es gibt auch auf der anderen Seite manche Chaetophorales, die die Tendenz haben, ihre fädigen Verbände wieder aufzulösen; sie kommen, wie bekannt, sowohl unter den Ulotrichaceen wie den Chaetophoraceen vor.

Einteilung der Familie.

- A. Die Zellen oder Kolonien ohne deutliche Gallerthülle.
 - a. Die Zellen teilen sich in 3 Richtungen 1. *Pleurococcus*.
 - b. Die Zellen einzeln und teilen sich durch Querteilung.
 - I. Die Zellen sind rund oder oval ohne Stacheln 6. *Nannochloris*.
 - II. Die Zellen walzlich mit einem Stachel an jedem Ende 7. *Nannokloster*.
 - III. Die Zellen etwa elliptisch, in der Mitte eingeschnürt 8. *Desmatriactum*.
- B. Die Zellen oder Kolonien mit deutlichen Gallerthüllen.
 - a. Die Zellen zu flachen Kolonien vereint 3. *Dispora*.
 - b. Die Kolonien sind langgestreckt, polsterförmig oder ohne scharfe Begrenzung.
 - α. Teilungen nur in 1 Richtung des Raumes (Querteilung) 4. *Elakatothrix*.
 - β. Teilungen in 3 Richtungen des Raumes.
 - I. Chromatophor glockenförmig, am Rande gelappt 2. *Pseudotetraspora*.
 - II. Chromatophor aus 1—2 ovalen Chlorophyllplatten 5. *Coccomyxa*.

1. *Pleurococcus* Meneghini, Monogr. Nostoch. (1842) 30 (Fig. 59 F, G und Fig. 60). (Inkl. *Protococcus* [Agardh, Systema Algarum [1824] 13] Wille, Alg. Not. XXII in Nyt Magazin for Naturvidensk. Bd. 51 [1913] 1; *Dichococcus* Nägl., Einzell. Algen, 1847; *Tetra-*

chococcus Nägl., l. c.; *Diplosphaeria* Bialosuknia, Sur une nouv. genre de *Pleurococcaceae* in Bullet. Soc. Bot. Genève, I [1909] 101; *Desmococcus* Brand, Brand et Stockmayer, Analyse der aerophil. Grünalgenanfl. in Archiv für Protistenk. Bd. 52 [1925].) — Zellen kugelig bis ellipsoidisch oder infolge gegenseitigen Druckes etwas abgeflacht, mit zarterer oder derberer Membran, die entweder glatt ist oder bisweilen feine Schichtung oder feine Warzen zeigt. Der Chromatophor 1 oder mehrere parietale Platten, die die Wandfläche \pm bedecken. bisweilen ist er fast ringförmig mit welligen oder zackigen Rändern. Der Chromatophor



Fig. 60. *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Verschiedene Teilungsstadien. (Nach Wille. 540/1.)

kann auch von Hämatochrom überdeckt sein. Pyrenoid undeutlich oder fehlend. Vermehrung durch einfache Zweiteilung der Zellen. Folgen mehrere Teilungen schnell aufeinander, so pflegen die Teilungsrichtungen aufeinander senkrecht in allen 3 Richtungen des Raumes zu stehen. Je nachdem die Abrundung der Tochterzellen gegeneinander früher oder später erfolgt, resultieren entweder sehr bald kugelige Einzelzellen oder aber wenigzellige Verbände 2zelliger bis 4zelliger Platten oder mehrzelliger Pakete. Nicht selten ist auch die Bildung fadenförmiger, manchmal verzweigter Stadien, die in allen Übergängen zu den wenigzelligen Gruppen

auftreten. Dauerstadien meist von den vegetativen Stadien nicht sehr verschieden, aber mit größerem Karotingehalt und Öleinlagerung, oft mit gerunzelter und gekerbter Membran.

Die *Pleurococcus*-Arten sind vorherrschend aerophile Algen, die fast überall, an Mauern, Steinen, Zäunen, Bäumen usw. vorkommen, wo sie grüne Anflüge bilden. Sie vertragen ziemlich lange das Austrocknen und damit die Sistierung des Wachstums; nach Benetzung durch Regen usw. wachsen sie weiter.

Es ist eine große Anzahl von *Pleurococcus*-Arten beschrieben, die meisten aber nur ganz oberflächlich, und die ganze Gattung bedarf dringend eines weiteren Studiums.

Jedenfalls scheinen 8—10 Arten relativ gut bekannt und sichere Arten zu sein. Von diesen kommt *P. vulgaris* Menegh. als Luftalge über die ganze Erde vor.

Anm. Wie bekannt, hat Wille (1913) durch Untersuchungen in Agardhs Herbarium gezeigt, daß der von C. A. Agardh im Jahre 1824 beschriebene *Protococcus viridis* mit *Pleurococcus Naegeli* Chodat identisch ist. Danach hätten nun — um das Prioritätsprinzip streng zu befolgen — die Algen, für die bislang der Name *Pleurococcus* geläufig war, den Namen *Protococcus* zu führen, und der Name *Pleurococcus* wäre als Gattungsname aufzugeben. Indessen hat Agardh auch *Chlorella*-Arten, sowie auch eine *Trentepohlia*-Art (*Protococcus salicis* = *Trentepohlia umbriana* [Kütz.] Born.) unter dem Namen *Protococcus* beschrieben, eine Bezeichnung, die außerdem im Laufe der Zeit für viele andere Algen verschiedener systematischer Stellung benutzt wurde, so daß die Nomenklatur der *Protococcus*-Namen sehr verwickelt ist. In der neueren Algologie hatte man sich auch angewöhnt, den Namen *Protococcus* für einzellige, kugelige Algen zu verwenden, deren Vermehrung durch Zoosporen erfolgt und die keine Zellteilung haben. Es scheint mir unter diesen Verhältnissen sehr wenig vorteil-

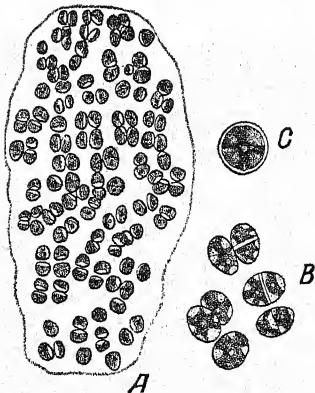


Fig. 61. *Pseudotetraspora marina* Wille. A Teil einer mikroskopischen Einzelkolonie; B Zellen in Teilung; C Akinet. (Nach Wille, A 278/1, B und C 610/1.)

haft, eine derartige Umwälzung in der Nomenklatur vorzunehmen und den jetzt über zwei Menschenalter allgemein verwendeten, ausgezeichneten Namen *Pleurococcus*, der mit nicht anderem verwechselt werden kann, zugunsten des außerordentlich mißbrauchten und unbestimmten *Protococcus* aufzugeben. Eine solche Veränderung wäre im höchsten Grade dazu geeignet, Verwirrung in der Nomenklatur zu stiften, und widerspricht dem Geist der Nomenklaturregeln. Wenn Wille mit seiner Auffassung durchdringt, dann haben wir — wie auch Oltmanns erwähnt — »*Protococcus* unter den *Pleurococcaceen* und unter den *Protococcaceen* keinen *Protococcus*«. Ich schlage somit vor, daß man, um weitere Verwickelungen dieser Zusammenhänge künftig zu vermeiden, sich vereinbare, den ganz klaren Namen *Pleurococcus* für diese Algengattung beizubehalten. Präzedenzfälle dafür gibt es ja viele in der botanischen Nomenklatur.

2. *Pseudotetraspora* Wille in Kgl. Norske Videnskab. Selsk. Skrifter Trondhjem (1906) 20 (Fig. 61). — Kolonien makroskopisch, schleimig, aus kleineren Kolonien zusammengesetzt. Die Zellen liegen zu 2 oder 4 zusammen und bilden in ihrer Gesamtheit in

der Schleimmasse eine Hohlkugel; sie sind kugelförmig oder nach den in 2—3 Richtungen des Raumes erfolgenden Teilungen oval. Der Chromatophor ist parietal, gelappt oder sternförmig, in der Mitte dicker und dort ein Pyrenoid enthaltend. Akineten oval, durch Teilung direkt zu neuen Kolonien auswachsend.

2 Arten, wovon die eine *P. marina* Wille im Meereswasser vorkommt, die andere *P. Gainii* Wille als »roter und grüner Schnee« im antarktischen Firngebiet.

3. **Dispora** Printz in Videnskaps Selsk. Skrift. Mat. Nat. Kl. Kristiania (1914) 32 (Fig. 59 D, E). (*Crucigenia* Brunnthaler p. p. in Pascher, Süßwasser-Fl. Deutschlands usw. H. 5 [1915] 173; *Staurogenia* Schmidle p. p., Algen aus Nyassa und Umgeb. in Engler's Botan. Jahrbücher, Bd. XXXII, H. 1 [1902] 81, Tab. III, Fig. 16.) — Zellen meist rundlich oder abgeflacht und eckig mit becherförmigem Chromatophor ohne Pyrenoid. Die Zellen bilden 4- bis mehrzellige, ebene oder schwach gebogene, freischwimmende, ziemlich regelmäßig aufgebaute Platten, deren Zellen durch eine fast unsichtbare Gallertmasse verbunden sind. Vermehrung durch Zweiteilung der Zellen, wechselweise in 2 Richtungen des Raumes; sämtliche Zellen einer Kolonie teilen sich gleichzeitig durch gegenseitig parallele Wände, und dadurch kommen größere, recht regelmäßige Zellentafeln zustande. Diese zerfallen allmählich in kleinere Stücke, die den Ursprung neuer Tafeln geben können.

2 Arten, *D. crucigenioides* Printz und *D. cuneiformis* (Schmidle) Printz (= *Staurogenia cuneiformis* Schmidle = *Crucigenia cuneiformis* [Schmidle] Brunnthaler), planktonisch im Süßwasser in Europa und Afrika.

An m. In der Gestalt der Kolonien zeigt diese Gattung eine zwar nur äußerliche Ähnlichkeit mit *Crucigenia*. Sie unterscheidet sich jedoch deutlich durch ihre regelmäßigen kreuzweisen Zweiteilungen, während *Crucigenia* sich durch simultane Teilungen in 4 Autosporen vermehrt.

4. **Elakatothrix** Wille in Biolog. Ctbl. Bd. 18 (1898) 302 (Fig. 59 A—C, Fig. 62). (Inkl. *Fusola* Snow, The Plankton Algae of Lake Erie in U. S. Fish Commission Bulletin [1902] 378, Fig. VI; *Atractinium* Zacharias, Zur Kenntn. nied. Flora und Fauna holst. Moorsümpfe in Forschungsber. aus der Biol. St. zu Plön, Bd. X [1903] 230, Taf. II, 5; *Rhaphidium* Woloszynska p. p., Phytoplankton des Viktoriasees in Hedwigia Bd. LV [1914] 202, Tab. VII, Fig. 12.) — Die stäbchen- bis spindelförmigen Zellen liegen in einer Gallerte zu 2 oder mehreren, bisweilen in großer Anzahl, anfänglich parallel zueinander angeordnet, oft zu zweien hintereinander. Durch spätere Verschiebungen können aber die Zellen eine unregelmäßige Ordnung in der Gallerte einnehmen. Kolonien meist walzlich, gerade oder gekrümmt, oft mit seitlichen Aussackungen. Bei Zerfließen der Gallerte können mitunter die Zellen einzeln frei werden. Zellmembran zart. Der Chromatophor ist parietal und bedeckt beinahe die ganze Zelle, oder er läßt mitunter mehr einseitig eine ziemlich bedeutende helle Partie frei. 1 oder 2 Pyrenoide vorhanden. Ein zentraler Kern in jeder Zelle. Vermehrung durch Zweiteilung, und die zwei Zellhälften bleiben gern ziemlich lange innerhalb der Gallerte einander nahe liegen, worauf sie ihre Form allmählich ergänzen. Bräunliche Akineten kommen vor.

7 Arten, *E. gelatinosa* Wille (= *Rhaphidium planctonicum* Woloszynska), *E. viridis* (Snow) Printz (= *Fusola viridis* Snow), *E. americana* Wille, *E. acuta* Pascher, *E. linearis* Pascher, *E. arvensis* R. et F. Chodat und *E. alpina* Beck-Mannagetta, die als Planktonten in größerem stehendem oder in langsam fließendem Wasser wohl über die ganze Erde verbreitet vorkommen. Sämtliche Arten sind noch ungenügend bekannt.

An m. Die Gattung wird von vielen Autoren (West, Smith u. a.) in die Nähe von *Ankistrodesmus* und *Quadrigula* gestellt, mit denen die einzelnen Zellen eine morphologische Ähnlichkeit besitzen.

Ich kann dem nicht zustimmen, denn durch ihre Zellteilung ist *Elakatothrix* von den genannten anderen Gattungen mit endogener Autosporenbildung scharf getrennt.

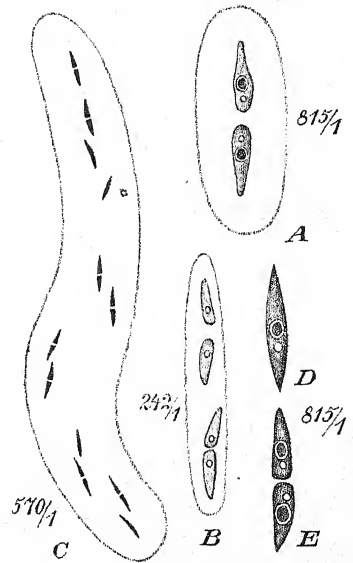


Fig. 62. A—E *Elakatothrix gelatinosa* Wille. A—C junge Kolonien in Tusche-lösung, um die Gallerthülle zu zeigen; D eine Zelle mit Zellkern und Pyrenoid; E Teilungsstadium. (Nach Wille; A, D, E 815/1, B 242/1, C 570/1).

Als sehr zweifelhaft führe ich hier die folgenden Gattungen an:

5. *Coccomyxa* Schmidle in Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Bd. 19 (1901) 20 (Fig. 63). (Inkl. *Dactylococcus* p. p. auct. pl.) — Die Zellen sind oval oder kugelig, oft etwas ungleichseitig und wenig gekrümmt, mit zarter Membran, bisweilen in wiederholt eingeschachtelten Gallerthüllen. Chromatophor aus 1 bis mehreren parietalen, gelb- oder reingrünen, manchmal deutlich gelappten Chlorophyllplatten, mit oder ohne Pyrenoid. Die Zellen einzeln oder zu mehreren in einer mikro- oder makroskopischen Kolonie vereinigt, welche von einer nicht scharf begrenzten Gallertmasse umgeben ist. Die Teilung scheint eine quere oder schiefe Zweiteilung zu sein. Akineten bekannt.

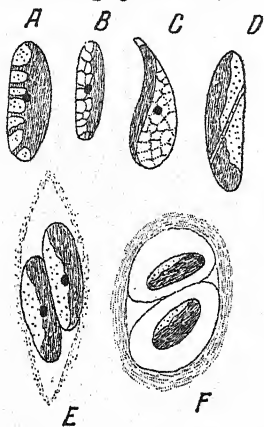


Fig. 63. *Coccomyxa* Schmidle. A—C Zellen mit Hämatoxylin gefärbt; D Teilungsstadium; E—F Zellen mit Gallerthüllen, gefärbt. (Nach Schmidle.)

Mehrere Arten, wahrscheinlich kosmopolitisch auf feuchten Stellen, im Meeres- oder im Süßwasser, z. B. *C. dispar* Schmidle. Chodat hat eine Reihe von angeblichen *Coccomyxa*-Arten als Flechtengonidien gefunden.

A n m. Wahrscheinlich verstecken sich in der Gattung *Coccomyxa* mehrere ganz verschiedene Gattungen. Als *Coccomyxa* führe ich nur diejenigen Arten auf, die sich — wie die typische Art, *C. dispar* Schmidle — durch eine wahre Zweiteilung vermehrt. Bei gewissen anderen Arten, z. B. *C. lacustris* Chodat, ist Autosporenbildung angegeben, welche deshalb einer ganz anderen Familie, wahrscheinlich den Tetrasporaceen oder den Oocystaceen eingereiht werden müssen. Da diese Arten noch ganz ungenügend bekannt sind, läßt sich die Frage betreffs ihrer systematischen Stellung vorläufig nicht sicher entscheiden. Bei *C. subellipsoidea* Acton werden außer Autosporenbildung auch zwimperige Schwärmer verschiedener Größe angegeben, aber es liegt hier aller Wahrscheinlichkeit nach eine Vermischung zweier verschiedener Algen vor, einer pyrenoidlosen und einer pyrenoidführenden, die möglicherweise eine kleine *Chlamydomonas* resp. deren Ruhestadium darstellt. Die Gattung *Coccomyxa* ist noch ganz ungeklärt, sowohl hinsichtlich der allgemeinen Kenntnis wie des Umfanges der Gattung, und jede einzelne Art ist unter neueren systematischen Gesichtspunkten noch eingehendsten Studiums dringend bedürftig. In der Kolonieform zeigt sie gewisse Ähnlichkeit mit *Elakatothrix*, aber entscheidend für die systematische Stellung der einzelnen hierher gerechneten Arten ist ihr Vermehrungsmodus, und die ganze Gattung bedarf daher der konkretesten Sichtung, bevor sich die wahre Artenzahl festsetzen läßt. Viele der *Coccomyxa*-Arten (inkl. die *Dactylococcus*-Arten) sind übrigens möglicherweise keine selbständigen Algen, sondern vielleicht Entwicklungsstadien anderer Algen. Es ist anzunehmen, daß es sich bei einigen um Algen handelt, die mit Ulotrichaceen zusammenhängen und vielleicht reduzierte Ulotrichaceen darstellen. Möglicherweise sind auch Heteroconten dabei.

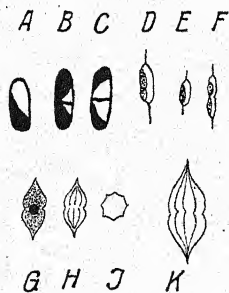


Fig. 64. A—C *Nannochloris bacillaris* Naumann. A Einzelindividuum; B, C zwei Individuen in Teilung. — D—F *Nannochloris belonophorus* Pascher. D, E Einzelindividuen; F Exemplar in Teilung. — G—K *Desmatractum plicatum* W. et G. S. West. G Zelle mit Pyrenoid; J eine Zelle von oben gesehen; H, K leere Zellen. (A—C nach Naumann; D—F nach Pascher, 1200/1; G—K nach W. et G. S. West, G—J 520/1, K 830/1.)

6. *Nannochloris* Naumann in Arkiv f. Bot., Bd. 16, Nr. 2 (1919) 16 (Fig. 64 A—C). — Zellen kugelig oder oval, einzeln lebend. Membran hyalin, deutlich, ohne jegliche Skulptur. Der Chromatophor ist eine parietale Platte, die eine ziemlich bedeutende helle Partie freiläßt. Vermehrung durch einfache Querteilung, wonach sich die Tochterzellen sofort trennen, und Koloniebildung kommt daher nicht zustande. Gallerte fehlt oder ist höchstens in Form unregelmäßiger zerstreuter Fäden vorhanden, die mit Gentianaviolett scharf gefärbt werden und dann leicht Stacheln vorzuschieben können. Schwärmer fehlen. Sonst unbekannt.

2 Arten, *N. bacillaris* Naumann und *N. coccoides* Naumann als Nannoplankton in Teichen in Schweden.

A n m. Ich habe diese Gattung bis auf weiteres hier aufgeführt, bin aber sehr im Zweifel, ob sie nicht mit *Stichococcus* zu vereinigen wäre. Besonders scheint mir *Nannochloris bacillaris* mit *Stichococcus bacillaris* Nägl. die größte Ähnlichkeit zu haben, und es wird gewiß schwer sein, diese zwei Algen auseinanderzuhalten.

7. **Nannokloster** Pascher in Süßwasserflora, Heft 5 (1915) 221 (Fig. 64 D—F). (*Stichococcus* Pascher, Über Nannoplankton des Süßwassers [1911] 532, Taf. XIX, Fig. 17.) — Zellen einzeln lebend, walzlich bis ganz schwach spindelig, mit zarter Membran, an beiden Enden rasch zusammengezogen und mit je einem feinen Stachel versehen. 1 Chromatophor parietal, einen großen Teil der Innenwand freilassend, ohne Pyrenoid. Vermehrung durch Querteilung: vorschreitende Einschnürung, bis sich schließlich die beiden Zellen voneinander lösen und ihre Stacheln ergänzen.

1 Art, *N. belonophorus* Pascher (= *Stichococcus belonophorus* Pascher) als Plankton in stehenden Gewässern in Böhmen.

8. **Desmatractum** W. et G. S. West in Transact. Linn. Soc. 2 Ser. Bot. Vol. 6 (1902) 198, Pl. 17, 14—15 (Fig. 64 G—K). (Inkl. *Peniococcus* Woloszyńska in Hedwigia, Bd. 55 [1914] 205.) — Zellen einzeln, freischwimmend, etwa elliptisch mit zugespitzten oder abgerundeten Enden, in der Mitte eingeschnürt, mit oder ohne längsverlaufende Membranleisten. Chromatophor 1 oder mehrere, mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch Querteilung ist angegeben. Sonst unbekannt.

2 Arten, *D. plicatum* W. et G. S. West als Süßwasserplankton auf Ceylon und *D. nyanzae* (Woloszyńska) G. S. West (1916) als Süßwasserplankton in Afrika.

Anm. Die beiden Arten sind nur ganz unvollständig bekannt. Ein in der Zellform *D. plicatum* W. et G. S. West ganz ähnlicher Organismus ist von Chodat (1921) unter dem Namen *Bernardicella bipyramidata* beschrieben worden. Da die beiden Organismen ziemlich unvollständig bekannt sind, läßt sich z. Z. kaum entscheiden, ob sie vielleicht identisch sind.

Unsichere oder wenig bekannte Gattungen.

1. **Athrocystis** W. et G. S. West in Journ. of Bot., Vol. 35 (1897) 238 (Fig. 65). — Ovale oder rundliche Kolonien von dicht liegenden Zellen innerhalb einer dünnen, festen, nicht gallertartigen Hülle. Die Zellen isodiametrisch, durch Druck abgerundet polygonal. Vermehrung unbekannt.

Nur 1 Art, *A. ellipsoidea* W. et G. S. West aus Süßwassersümpfen in Afrika.

Diese Alge ist sehr fraglich. Sie ist nur im konservierten Zustande bekannt und zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit der Myxophyceae *Pilgeria*.

2. **Rhodoplax** Schmidle et Wellheim in Bull. Herb. Boiss., Sér. II, 1 (1901) 1012. (*Porphyridium*.) — Ein ausgebreitetes, tief blutrotes, meist einschichtiges, auf Steinen angewachsenes Lager bildend. Zellen von oben gesehen rund oder eckig, von der Seite gesehen länglich-rund, dicht beieinanderstehend, durch eine zähe, meist wenig entwickelte Schleimmembran verbunden, mit dicker, geschichteter Zellhaut, rotem, öligem Inhalt, parietalem, glockenförmigem Chromatophor, einem dorsalen Pyrenoid und einem kleinen, basalen Zellkern. Die Zellen teilen sich simultan durch radiale Wände in 4 bis viele Zellen innerhalb der Muttermembran, welche sich auflöst. Schwärmsporenbildung und Befruchtung unbekannt.

Nur 1 Art, *R. Schinzii* Schmidle et Wellheim (= *Porphyridium Schinzii* Schmidle) an Steinen im Rheinfluss.

Anm. Steht möglicherweise in der Nähe von *Porphyridium* Nägeli und muß deshalb zu den niedrigen *Bangiales* gerechnet werden.

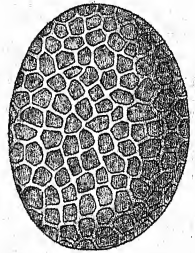


Fig. 65. *Athrocystis ellipsoidea* W. et G. S. West.
(Nach W. et G. S. West.)

Anhang.

Botrydina Brébisson in Menegh., Monogr. Nostoch. (1842) 98. — Durch Untersuchungen von E. Acton (1909) hat es sich erwiesen, daß *Botrydina* keinen selbständigen Organismus darstellt; es handelt sich um eine Symbiose zwischen einem Fadenpilz und *Coccomyxa subellipsoidea* Acton. *Botrydina* muß daher als eine primitive Flechte angesehen werden.

Hydrodictyaceae.

Mit 4 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. Roth, Tent. Flor. Germanicae, Bd. III, Leipzig 1800. — F. Meyen, Beobacht. über Algenf., 1829. — F. Kützing, Phyc. Germanica, Nordhausen 1846. — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — N. Pringsheim, Algologische Mitteilungen (Flora 1852). — A. Braun, Algae unicellularium, Lips. 1855. — N. Pringsheim, Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes (Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. z. Berlin, 1861). — L. Rabenhorst, Flora europaea Algae III, 1868, S. 66—81. — H. J. Carter, A Description, with Illustrations, of the Development of *Sorastrum spinulosum* Näg. to which is added that of a new Form of *Protococcus*. (The Annals and Magazine of Natural History, Vol. IV, Ser. IV, London 1869). — E. de la Rue, Sur le Développement du *Sorastrum* Kg. (Ann. d. se. nat. Sér. 5, Botanique, T. 17, Paris 1873). — G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen (Unters. aus d. bot. Inst. z. Tübingen, Bd. 1, Leipzig 1883). — E. Askenasy, Über die Entwicklung von *Pediastrum* (Ber. d. deutsch. bot. Ges., VI, Berlin 1888). — J. de Toni, Sylloge Algae, I, Patavii 1889, p. 561 bis 584. — A. Artari, Zur Entwickl. des Wassernetzes (Bull. Soc. imp. Natural. de Moscou 1890). — G. Klebs, Üb. Bild. d. Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon* (Botan. Zeitung, Jahrg. 49, Leipzig 1891). — G. Lagerheim, Studien über arktische Cryptogamen I. (Tromsø Museums Aarshefter, 17. Tromsø 1894). — H. G. Timberlake, Devel. and Struct. of Spores of *Hydrodictyon* (Transact. Wisconsin Acad. Sciences, Vol. XIII, Madison 1902). — E. Lemmermann, Flagellatae, Chlorophyceae, Coccosphaerales und Silicoflagellatae (Nordisches Plankton. Hg. von K. Brandt, Lief. 2, Kiel u. Leipzig 1903). — R. A. Harper, The Organisation of certain coenobiotic Plants (Bull. Univ. Wisconsin, 1908). — J. Boye-Petersen, On Tufts of Bristles in *Pediastrum* and *Scenedesmus*. (Dansk Bot. Tidsskrift, Bd. 31, 1911). — E. Nitardy, Zur Synonymie von *Pediastrum* (Beih. z. Bot. Centralbl., Bd. 32, II, 1914). — A. Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands usw., H. 5 (1915). — G. M. Smith, Cytological Studies in the Protococcales, II, Cellstructure and Zoosporeformation in *Pediastrum* (Ann. of Botany, 1916). — Th. Probst, Über die ungeschlechtliche Vermehrung von *Sorastrum spinulosum* (Tätigkeitsber. d. Naturforsch. Gesellschaft. Baselland, 1916). — G. S. West, Algae. (Cambridge 1916). — R. A. Harper, The Evolution of Cell-Types and Contact and Pressure Responses in *Pediastrum* (Memoirs of the Torr. Bot. Club., 1918); Organisation, Reproduction and Inheritance in *Pediastrum* (Proc. Amer. Philos. Soc. 1918). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl. Bd. I, Jena 1922). — Paul v. Oye, Les *Hydrodictyaceae* de Java (Nuova Notarisia, 1923). — N. W. Vodianitzskaia-Morozova, Übersicht über die Gattung *Pediastrum* (Trav. stat. biolog. Novorossisk, 9, 1923). — Lothar Geitler, Die Entwicklungsgeschichte von *Sorastrum spinulosum* und die Phylogenie der *Protococcales* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 47, 1924, p. 440). — M. O. P. Iyengar, *Hydrodictyon indicum*, a new species from Madras 1925. — Th. Probst, Über die Vermehrung von *Sorastrum* Nägeli, *Pediastrum* Meyen und *Tetraëdron* Kützing (Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland, 1926, 7, S. 29).

Merkmale. Die Zellen sind unbeweglich, zu bestimmt gestalteten Kolonien, sog. Coenobien vereinigt, in welchen die Anordnung der Zellen nicht durch Teilungsrichtungen, sondern durch die Aneinanderlagerung der Vermehrungszellen bedingt ist; vegetative Teilungen fehlen. Geschlechtslose Vermehrung durch zweifelhafte Zoosporen, die sich innerhalb der Mutterzelle oder einer Gallerthülle zu Coenobien von dem Aussehen des Muttercoenobiums vereinigen. Befruchtung bei einigen bekannt in Form von Kopulation schwärmer Isogameten.

Vegetationsorgane. Die Coenobien sind entweder scheibenförmig, wie bei *Pediastrum* und *Euastropsis* (Fig. 66 und Fig. 68), kugelförmig, wie bei *Sorastrum* und *Soropediastrum* (Fig. 69) oder haben die Form eines netzförmigen Sackes wie bei *Hydrodictyon* (Fig. 67). Die einzelnen Zellen sind sehr verschieden gestaltet. Bei *Hydrodictyon* sind sie entweder rundlich-oval oder lang und zylindrisch, bis 1 cm lang, bei *Sorastrum* herz-, keil-, ei- oder halbmondförmig, bei *Soropediastrum* rund und bei *Pediastrum* und *Euastropsis* ± eckig. Im allgemeinen sind sämtliche Zellen einer Familie von gleicher Gestalt, doch weichen bei *Pediastrum* (Fig. 66) die Randzellen bedeutend von den Scheibenzellen ab; die Scheibenzellen sind eckig oder zeigen zuweilen einen oder mehrere Ausschnitte, sind aber ungefähr allseitig regelmäßig entwickelt, während die Randzellen an der äußeren Seite entweder mit einem oder mehreren tiefen Einschnitten oder mit 1—2 oder 3 hervorspringenden Hörnern versehen sind. Zu bemerken ist jedoch, daß nach dem Tode oder Verlust einer

Randzelle die innerhalb von ihr gelegene Scheibenzelle sich nach außen zu einer Randzelle entwickelt.

Die Coenobien von *Euastropsis* bestehen nur aus 2 Zellen, die mit einer geraden Kante zusammenhängen, an dem freien Ende sind sie mit einer Einkerbung versehen. Bei *Sorastrum* sitzen die Zellen mittels Zellulosestiele, die von einem zentralen, soliden oder hohlen Körper nach allen Richtungen ausstrahlen, fest, am freien Ende sind sie mit 1 bis

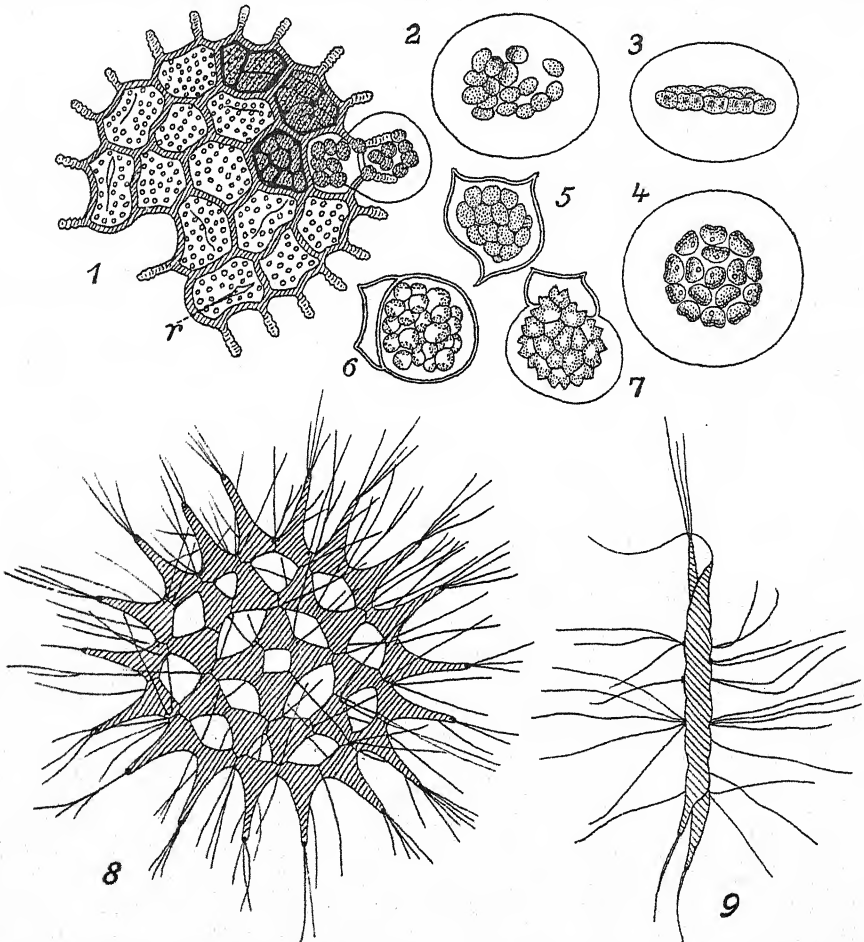


Fig. 66. 1—4 *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Menegh. var. *granulatum* (Kütz.) A. Br. 1 Älteres Coenobium in Zoosporenbildung, r Riß zum Austritt der Zoosporen; 2—4 sukzessive Stadien in der Neubildung eines Coenobiums. — 5—7 *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Menegh. Polyeder (5) und deren Keimung unter Bildung von Zoosporen (6), welche sich zu einer neuen *Pediastrum*-Platte ordnen (7). — 8, 9 *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemmer. Coenobium von der Fläche (8) und von der Kante (9) mit Gallertborsten. (1—4 nach A. Braun, 5—7 nach Askénasy, 8, 9 nach Boye-Petersen.)

2 Stacheln besetzt. Die runden Zellen von *Soropediastrum*, die entweder kugelig oder flach zusammenliegen, sind mit einem kurzen, von der Mitte der Zelle herausragenden Stachel versehen, oder sie sind nur ausgebuchtet. Die Coenobien bestehen aus 2 (*Euastropsis*) bis vielen Tausenden Zellen (*Hydrodictyon*). *Soropediastrum* hat 4 oder 8 Zellen, *Sorastrum* 4—64 und *Pediastrum* 4—128 Zellen. Die einzelnen Zellen aller Arten besitzen eine Zellulosemembran, welche von einer Kutikulaschicht — wohl aus Pektin bestehend — überdeckt ist. *Pediastrum* hat lange Borsten (aus Kallose?), welche den peripheren Zellfortsätzen büschelweise aufsitzen, aber auch an den Vereinigungszellen inmitten der Platte entspringen. Im Innern der Zellen liegt eine große Zentralvakuole, und

im plasmatischen Wandbelag befindet sich der parietale Chromatophor. Dieser ist netzförmig durchbrochen bei *Hydrodictyon reticulatum*, scheibenförmig, mitunter gitterförmig durchbrochen bei *Pediastrum* und *Euastropsis*, oder glockenförmig und beinahe hohlkugelig. Bei *Hydrodictyon* tritt noch bisweilen ein zweiter, innerer netzförmiger Chromatophor auf, der mit dem äußeren parallel liegt und durch Netzfasern mit ihm verbunden ist. Für *Hydrodictyon africanum* werden zahlreiche kleine Plattenchromatophoren angegeben. *Euastropsis*, *Sorastrum* und wohl auch *Soropediastrum* haben 1 Pyrenoid, *Pediastrum* und *Hydrodictyon* haben deren viele. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Die Kerne sind in den jüngsten Zellen in Einzahl vorhanden, aber bei *Pediastrum* und besonders bei *Hydrodictyon* vermehren sie sich später sehr rasch. Bei letztgenanntem liegen sie dem Chromatophor innen an und sind manchmal durch die Lücken desselben sichtbar. Die übrigen Gattungen haben im vegetativen Zustande nur 1 Zellkern in jeder Zelle.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Ebenso ungleichartig, wie die Vertreter dieser Familie im Aufbau des vegetativen Thallus erscheinen, ebenso gleichartig sind sie durch ihre Vermehrung. Einfache Zweiteilung der Zellen setzt niemals ein, sondern die jungen Coenobien entstehen in toto in beliebigen oder in sämtlichen Zellen der alten und werden erst auf einer ziemlich späten Entwicklungsstufe selbständig. Dies spielt sich ab unter Bildung von 2geißeligen Zoosporen, die aber niemals frei werden, sondern immer in einer gemeinsamen farblosen Gallertblase eingeschlossen sind. *Euastropsis* und *Sorastrum* bilden viele Tochtercoenobien in jeder Mutterzelle. Dies scheint einen älteren Modus zu repräsentieren, während bei *Hydrodictyon* und meistens auch bei *Pediastrum* nur ein einziges Tochtercoenobium in jeder Mutterzelle entsteht. Dies wird als ein fortgeschrittener Typus angesehen. Wenn bei *Hydrodictyon* (Fig. 67) die Bildung der Zoosporen beginnt, werden erst alle Vorsprünge, Lappen u. dgl. des Chromatophors eingezogen, dann verschwinden die Pyrenoide, sie werden wahrscheinlich aufgelöst, und die Kerne teilen sich auf mitotischem Wege und sind als helle Punkte durch die Maschen des Chlorophyllkörpers wahrnehmbar. Dann setzt die Bildung von Zoosporen simultan ein, indem im Protoplasma ganz unregelmäßige Spalten auftreten, welche den Chromatophor in Stücke zerlegen und regelmäßige bandförmige oder breit plattenartig gestaltete Streifen herausausschneiden. Diese Stücke zerfallen weiter in kleine Portionen, die je einen Kern enthalten, und die Anlagen der Zoosporen sind, die nun weiter entwickelt werden, indem sie Geißeln, ein helles Vorderende, einen plattenförmigen Chromatophor usw. erhalten. In jeder Zelle werden in dieser Weise bei *Hydrodictyon* etwa 7000 bis 20 000 Zoosporen gebildet, die aber gegenseitig nicht frei, sondern durch feine Plasmafäden miteinander verbunden sind und nur eine leise zitternde Bewegung innerhalb der Mutterzellmembran zeigen. Nach einiger Zeit ordnen sich die Zoosporen zu einem Netzwerk, wobei sie sich mit den Flanken berühren, während das geißeltragende Vorderende gegen die Zellmitte zeigt. So entsteht ein junges Netz, das zunächst noch in der Mutterzelle eingeschlossen ist. Durch Verquellen der inneren Membranschicht der Mutterzelle und dadurch, daß die Außenschicht sich in Lappen ablöst, wird das junge Coenobium frei. Es wächst nunmehr zu normaler Größe heran, indem die Einzelzellen sich um das Vielfache vergrößern.

Die Bildung der Zoosporen bei *Pediastrum* (Fig. 66) und *Euastropsis* (Fig. 68) verhält sich in allen wesentlichen Punkten gleich. Die Zoosporen entstehen durch sukzedane Teilung, aber sie werden hier durch einen Riß in der Mutterzellhaut nach außen entleert. Dabei bleiben sie aber in eine zarte Gallertblase eingehüllt, innerhalb welcher sie eine Zeitlang umherschwärmen. Hierauf ordnen sie sich bei *Pediastrum* in einer Ebene, bei *Euastropsis* paarweise, umgeben sich mit einer Membran und wachsen zu neuen Coenobien aus, in welchen die Zellen nach und nach ihre bestimmte Gestalt annehmen. Durch Zerfließen der umhüllenden Blase werden die jungen Coenobien frei. Bei *Sorastrum* füllen sich erst die Zellen mit Reservestoffen, wachsen und liefern dann die Zoosporen. Diese treten, wieder in eine Gallertblase eingehüllt, aus der Mutterzelle aus und legen sich dann zu 4, 8, 16 oder 32 mit den farblosen Mundenden zusammen. Diese scheiden alle einen Gallert- oder Zellulosestiel aus, während die Zellen selber zur normalen Form heranwachsen. Über die Vermehrung von *Soropediastrum* liegt bisher nichts sicheres vor. Wille nimmt an, daß sie sich durch Zoosporen vermehren, und die Gattung muß daher hier eingereiht werden. Wenn sie sich durch Autosporen vermehrt, muß sie zur Familie *Coelastraceae* gestellt werden.

Man findet bereits bei *Hydrodictyon* eine Tendenz der Zoosporen, unbeweglich zu

werden. Dies ist bei *Pediastrum* weitergeführt. Es zeigt sich hier bisweilen, daß die Zoosporen nicht schwärmen. Sie liegen, wie normal, in der Gallertblase vereinigt, aber die Geißelbildung ist unterdrückt, und sie zeigen deshalb auch keine Bewegung, außer daß sie sich allmählich in einer Ebene ordnen. Diese Zellen, die als reduzierte Zoosporen aufzufassen sind, stellen wirkliche Aplanosporen dar. Dies ist von bedeutendem Interesse,

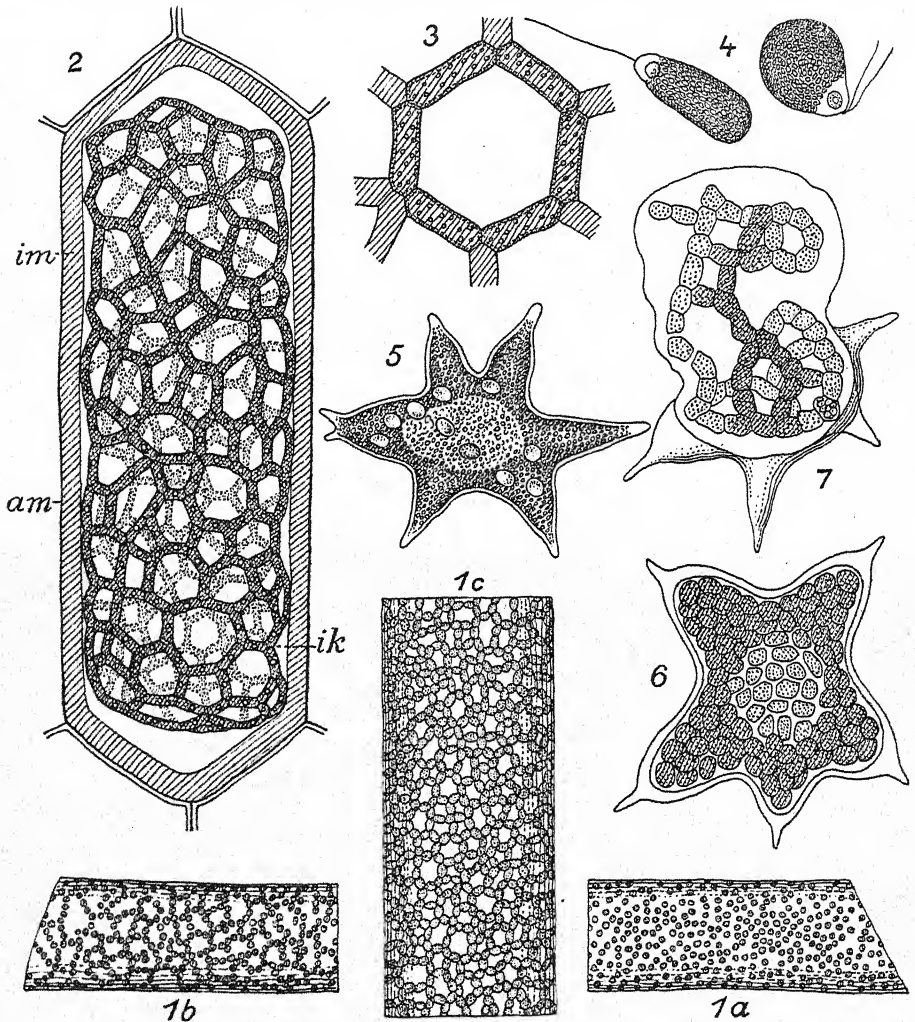


Fig. 67. *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh. 1a-c Zellen mit Zoosporen, welche sich zu einem Miniaturnetz innerhalb der Muttermembran anordnen; 2 junges Netz innerhalb der Muttermembran; 3 Stück desselben; 4 Zoosporen aus einer Zygote entstanden; 5 Dauerzelle, sog. Polyeder; 6 derselbe in Teilung (Zoosporenbildung); 7 Netzbildung von den Zoosporen in der Dauerspore. (Nach Klebs, Pringsheim und Harper aus Oltmanns.)

indem es die Entstehungsweise der Aplanosporen der *Coelastraceae* deutlich aufzeigt und daher Licht auf die Phylogenie dieser Familie wirft.

Einzelne Zellen von *Pediastrum* können sich abrunden, mit Reservestoff füllen und daher den Charakter von Akineten annehmen. Sie können jahrelang am Leben bleiben. Akineten sind auch bei *Sorastrum* bekannt.

Fortpflanzung. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bisher nur bei *Hydrodictyon* und bei *Pediastrum* nachgewiesen. Bei *Pediastrum* entstehen die Isogameten auf dieselbe Weise wie

die Zoosporen, aber in einer größeren Anzahl. Sie sind kleiner als diese, alle gleich gestaltet, haben 2 Geißeln, sind aber nicht von einer Blase umgeben und schwimmen frei und lebhaft im Wasser umher. Bei *Hydrodictyon* werden die Isogameten ebenfalls auf dieselbe Weise wie die Zoosporen gebildet, aber in einer Anzahl von 20 000—30 000, und dieselben schwärmen frei aus ihren Mutterzellen durch eine bestimmt umschriebene seitliche Öffnung aus. Die Gameten sind birnförmig mit einem roten Augenpunkt und 2 Geißeln. Sie kopulieren regelrecht — bei *Hydrodictyon* auch dann, wenn sie aus der gleichen Mutterzelle stammen. Die Zygoten sind kugelförmig. Es hat den Anschein, als ob die Gameten sich auch parthenogenetisch entwickeln können, doch ist über deren weiteres Schicksal nichts Sicheres bekannt.

Die Keimung der Zygoten ist nur bei *Hydrodictyon* vollständig bekannt. Die Zygoten (oder Parthenosporen) können hier monatelang fast unverändert liegen, nur langsam an Größe zunehmend und, je nach Umständen, eine grüne oder ± braune Farbe zeigend. In dieser Ruhezeit vermögen sie vorübergehend ohne Schaden einzutrocknen. Durch sukzessive Teilungen teilt der Inhalt sich in 2—5 Portionen, worauf die äußere Membran platzt und die innere sich gallertartig erweitert, so daß in ihr die verschiedenen Portionen als Zoosporen hervortreten. Diese sind größer als die bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung auftretenden Zoosporen, mit einem Keimfleck und (1?—)2 Geißeln versehen und bald eiförmig, bald zylindrisch gestaltet; sie können entweder frei in das Wasser hinausschwimmen oder auch in der Gallertmasse liegenbleiben, kommen bald zur Ruhe, umgeben sich vorerst mit 1, später mit 2 Membranen und entwickeln sich sodann nach und nach zu großen, unregelmäßigen Zellen mit vorspringenden Ecken oder Hörnern (sogenannte Polyeder). Die Hörner sind ursprünglich wohl alle hohl, die feinsten unter ihnen aber werden ähnlich wie die Stacheln der Desmidiaceen durch Zellulosemassen ausgefüllt. Durch simultane Teilungen werden aus dem Inhalt des Polyeders 2—300 Zoosporen von geringerer Größe gebildet, welche sich nach dem Abspringen der äußeren Membran innerhalb der inneren, erweiterten Membran des Polyeders zu einem embryonalen *Hydrodictyon*-Netz entwickeln. In den einzelnen Zellen dieses embryonalen *Hydrodictyon*-Netzes können sodann auf gewöhnliche Weise, durch Ausbildung von Zoosporen, normale *Hydrodictyon*-Coenobien entstehen.

Man weiß, daß bei *Pediastrum* die Zygoten ebenfalls an Größe zunehmen, sowie daß die vegetativen Coenobien sich aus Polyedern entwickeln; es ist deshalb trotz der noch bestehenden Lücke sehr wahrscheinlich, daß die Entwicklung ganz ähnlich wie bei *Hydrodictyon* verläuft.

Die verschiedenen Modalitäten der Fortpflanzung bei *Hydrodictyon* sind von der Außenwelt in hohem Maße abhängig. Besonders Klebs hat darüber berichtet.

Verbreitung. Die Vertreter dieser Familie leben nur in süßem oder schwach brackischem Wasser. Einige *Pediastrum*-Arten und *Sorastrum* sind kosmopolitisch, *Hydrodictyon reticulatum* scheint, von kühleren Gegenden abgesehen, ziemlich verbreitet zu sein, während *H. africanum* bisher nur aus Südafrika bekannt ist. *Euastropsis Richteri* wird als eine seltene Alge betrachtet, die bisher nur von wenigen Orten aus Europa bekannt ist, doch habe ich sie im südlichen Norwegen an gewissen Lokalitäten ziemlich gesellig beobachtet. Die neubeschriebene Gattung *Soropediastrum* ist bisher nur in Süßwassertümpeln auf Kerguelen gefunden.

Verwandtschaftsverhältnisse. Durch ihren Vermehrungsmodus sind die *Hydrodictyaceae* ziemlich gut charakterisiert, ebenso finden wir bei einigen Gattungen polyenergide Zellen. Sie stellen wahrscheinlich einen durch das Planktonleben weiterentwickelten *Chlorococcaceae*-Typus dar. Auf der anderen Seite ist es kein großer Schritt von den *Hydrodictyaceae* mit ihren nur mehr schwache Zitterbewegung ausführenden Zoosporen zu den bewegungslosen Aplanosporen der *Coelastraceae*. Die Bewegungsfähigkeit der Zoosporen ist offenbar im Rückgang begriffen; bei *Pediastrum* kann in der Kultur die Geißelbildung ganz unterdrückt werden, so daß sie wahre Aplanosporen darstellen. Im Entwicklungsmodus der Coenobien ist eine große Übereinstimmung mit den höheren Volvocineen, z. B. *Pandorina*, deutlich wahrnehmbar. Mir scheint, wir haben eine fast ununterbrochene phylogenetische Verbindung von den *Volvocaceae* über die *Tetrasporaceae*, *Chlorococcaceae*, *Hydrodictyaceae*, bis zu den *Coelastraceae*, wo die höchste Stufe dieser Entwicklungsreihe erreicht wird.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen in einer Ebene.
 a. Coenobien stets nur 2zellig 1. *Euastropsis*.
 b. Coenobien von 4—128 Zellen bestehend 2. *Pediastrum*.
 B. Zellen zu netzförmigen Schläuchen verbunden 4. *Hydrodictyon*.
 C. Zellen zu kugeligen Coenobien verbunden.
 a. Zellen durch Stiele verbunden, radial angeordnet 5. *Sorastrum*.
 b. Zellen kugelig, direkt fest aneinanderschließend 3. *Soropediastrum*.

1. **Euastropsis** Lagerheim in Tromsø Mus. Aarshefter (1894) 12 (Fig. 68) (früher als *Pediastrum* A. Braun p. p., Algar. unicell. gener nova et minus cognita 1855; *Euastrum* Schmidle, Chlorophyce. Torfst. zu Virnheim in Flora oder Allg. Bot. Zeitung, H. 1 [1894] 60, Tab. VII, Fig. 25). — Bildet freischwimmende Coenobien, aus 2, etwas abgeflachten, trapezoidischen, ausgerandeten Zellen bestehend, die mit einer geraden Kante zusammenhängen. Membran farblos, glatt und sehr dünn. Der Chromatophor wandständig mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Zoosporen, die in der Zahl von 2—32 in einer Mutterzelle durch sukzessive Teilungen entstehen. Die Zoosporen sind zuerst oval mit 2 gleichlangen Geißeln und werden in eine Gallertblase durch einen Riß in der Mutterzellmembran entleert. Innerhalb dieser gemeinsamen Blase besitzen sie kurze Zeit eine wimmelnde Bewegung, runden sich dann ab und legen sich normal paarweise aneinander (selten bleiben sie einzeln) und bilden 1—16 Tochtercoenobien, die durch Zerfließen der umgebenden Blase frei werden. Befruchtung und Dauerstadien unbekannt.

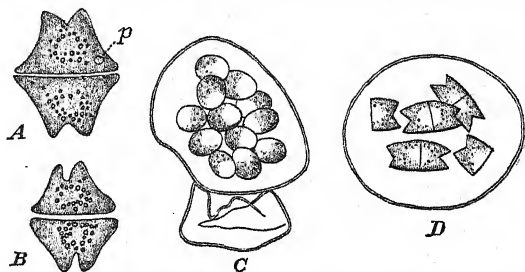


Fig. 68. A—D *Euastropsis Richter* (Schmidle) Lagerh. A, B Coenobien von verschiedener Form, p Pyrenoid; C 16 Zoosporen unmittelbar nach dem Heraustreten; die kollabierte äußere Schicht der Membran der Mutterzelle haftet noch an der die Zoosporen umgebenden Blase; D drei junge Coenobien und zwei isolierte Zellen in der Blase liegend. (Nach G. Lagerheim.)

Nur 1 Art, *E. Richter* (Schmidle) Lagerh. (*Euastrum Richter* Schmidle) aus Süßwasser in Europa. Sie ist eine verhältnismäßig seltene Alge, die ich jedoch im südlichen Norwegen mehrfach gefunden habe, wo sie besonders kalkreiche Gegenden vorzuziehen scheint.

2. **Pediastrum** Meyen, Beobacht. über Algenf. (1829) 772 (Fig. 66). (*Helierella* Turpin in Mém. du Mus. d'Hist. Nat. XVI [1827] 318, Tab. XIII; *Oplarium* Losana in Mém. de real. Acad. di Torino XXXII [1829] 16; *Micrasterias* Kützing p. p., Syn. Diat. in Linnaea VIII [1833] 602; *Selenaea* Nitsch sec. figuras a Kützingio; *Asteriscium* Corda in Alm. de Carlsbad [1839]; *Euastrum* Corda p. p. I. c.; *Monactinus* Corda, I. c.; *Stauridium* Corda, I. c.; *Tetrasoma* Corda, I. c.; *Asterodictyon* Ehrenb. in Monatsber. [1845] 73). — Die Coenobien sind freischwimmend, scheibenförmig flach, sehr selten etwas gekrümmt, rund, oval oder sternförmig, 1schichtig, monströse Formen mitunter 2schichtig, aus 4—128 Zellen bestehend. Zellen entweder dicht aneinanderschließend oder mäßig große Lücken zwischen sich lassend; sie sind von zweierlei Art: Die Randzellen sind im allgemeinen ausgebuchtet und oft in 1, 2 oder 3 Hörner oder Fortsätze ausgezogen, denen häufig lange Gallertborsten (aus Kallöse?) büschelweise aufsitzen. Die Mittelzellen dagegen sind gekerbt und zuweilen mit halbkreisförmigen Ausschnitten versehen. Junge Zellen mit einem, ältere mit mehreren Zellkernen. Chromatophor wandständig, öfter gitterförmig durchbrochen und enthält 1—mehrere Pyrenoide. Assimilationsprodukt Stärke. Vermehrung durch 2geißelige Zoosporen, welche in einer Blase austreten und sich innerhalb derselben zu neuen Coenobien anordnen. Mitunter können Geißeln nicht nachgewiesen werden, sie schwärmen auch nicht und bekommen damit den Charakter von Aplanosporen. Diese ordnen sich sofort direkt zu neuen Coenobien. Fortpflanzung durch Isogameten, die in großer Zahl in gleicher Weise gebildet werden. Sie sind kleiner, 2geißelig, sehr beweglich und gelangen durch eine Öffnung direkt ins Freie, wo sie umherschwimmen. Sie kopulieren und bilden Zygoten, welche eine Ruhepause durchmachen (Hypnozygoten). Außerdem kommen als

Zwischenstadien zwischen den Zygoten und den vegetativen Coenobien sog. Polyeder vor, deren Ursprung aber bei dieser Gattung nicht direkt beobachtet ist. Bei der Keimung derselben entstehen Zoosporen, welche neue Coenobien liefern. Akineten sind bekannt. Sie entstehen dadurch, daß einzelne Zellen der Scheiben sich abrunden und mit Reservestoffen füllen. Sie können jahrelang ruhen.

Ungefähr 28 Arten, in süßem oder schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Monactinium* A. Br. in Alg. Unicell., 1855, 79. Die Randzellen ganzrandig, jede in eine einfache Spitze ausgezogen, z. B. *P. simplex* Meyen.

Sekt. II. *Anomopodium* Nägeli, Gattung einzell. Alg. 1848, S. 96 — als Gattung!); A. Br. l. c. 1855, 81. Die Randzellen ganzrandig mit je 2 stachelförmigen, aufgesetzten Spitzen, z. B. *P. integrum* Näg.

Sekt. III. *Diactinium* A. Br. l. c., 1855, 82. Die Randzellen 2lappig oder 2teilig, jeder der beiden Lappen nicht weiter geteilt, z. B. *P. Boryanum* (Turp.) Menegh.

Sekt. IV. *Diactiniopsis* Nitardy in Beiheft z. bot. Centralbl., Bd. 32, (1914). Die Randzellen am Rande mit 3 Vorsprüngen, der mittlere sich weit vor dem Rande erhebend.

Sekt. V. *Tetractinium* A. Br. l. c., 1855, 97. Die Randzellen 2lappig, jeder Lappen ausgerandet, 2zählig oder eingeschnitten, z. B. *P. tetras* (Ehrb.) Ralfs.

3. Soropediastrum Wille, in Dtsch. Südpolar-Expedition, Bd. VII (1924) 432 (Fig. 69 F—G). — Coenobien von 4—8 Zellen, die kugelig zusammenliegen, wenn sie zu 8, flach, wenn sie nur 4 sind. Die Zellen rundlich, mit einem kurzen, von der Mitte der Zelle herausragenden Stachel oder nur ausgebuchtet. Vermehrung, Fortpflanzung und Dauerstadien nicht bekannt.

2 Arten, *S. kerguelense* Wille und *S. rotundatum* Wille in Süßwassertümpeln auf Kerguelen.

Anm. Die Gattung ist noch sehr wenig bekannt und ihre systematische Stellung daher auch nicht ganz sicher. Es kommt besonders darauf an, ob diese 2 Arten Zoosporen haben, oder sich durch Autosporen vermehren. Wenn sie sich durch Zoosporen vermehren, was Wille anzunehmen geneigt war, müssen sie als eine mit *Pediastrum* verwandte Gattung angesehen werden. Wenn sie sich mit Autosporen vermehren, sind sie mit der Gattung *Sorastrum* nahe verwandt und müssen zur Familie *Coelastraceae* gestellt werden.

4. Hydrodictyon Roth, Tent. Flor. German. III (1800) 501 (Fig. 67). (*Reticula* Adans.) — Die Coenobien sind freischwimmend und bestehen aus einer großen Zahl — aus vielen tausend — ziemlich großen, rundlich-ovalen oder zylindrischen Zellen, welche meist zu 3, seltener zu 2 oder 4, mit den Enden verbunden sind und auf diese Weise ein großmaschiges, rundum geschlossenes, langgestrecktes, schlauchartiges Netz bilden, von 10 bis 20 cm Länge. Die Zellen sind alle gleichartig, bis 1 cm lang. Membran zweischichtig, innere aus Zellulose bestehend, äußere kutikulaartig. Der Chromatophor ist eine mantelförmige Platte, welche je nach dem Ernährungszustand ± durchlöchert und ausgeschnitten ist, wodurch ein netzförmiges Aussehen zustande kommt. Zahlreiche Pyrenoide vorhanden. Assimilationsprodukt ist Stärke. Mitunter liegt ein zweiter Chromatophor innerhalb des ersten, der durch Netzfaser mit dem äußeren verbunden ist. Die Kerne sind in den jüngsten Zellen in Einzahl vorhanden, vermehren sich später sehr rasch. Sie liegen dem Chromatophor innen an und sind nicht selten durch die Lücken desselben sichtbar. Ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Zoosporen statt, welche in großer Zahl, 7000—20 000, simultan gebildet werden. Jede Zoospore besitzt 1 Kern, 1 Plattenchromatophor und 2 Geißeln. Sie zeigen nur eine schwache Zitterbewegung, weil sie durch feine Plasmafäden miteinander verbunden sind, verlieren bald die Geißeln, kommen zur Ruhe, runden sich ab, umgeben sich mit einer Membran und ordnen sich zu einem Miniaturnetze an. Das noch in der Mutterzelle eingeschlossene junge Netz wird durch Verquellen der inneren Membran und Ablösen der äußeren frei. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Isogameten, welche in derselben Weise, aber in noch größerer Anzahl gebildet werden, bis über 30 000 in einer Zelle. Sie sind kleiner als die Zoosporen, sonst ähnlich gebaut, mit Stigma. Sie verlassen die Mutterzelle durch ein bestimmt umschriebenes Loch in der Membran, sind sehr beweglich und kopulieren, sogar wenn sie aus derselben Zelle stammen. Sie können sich auch parthenogenetisch entwickeln. Die Hypnozygoten haben eine mehrmonatige Ruhezeit, und bilden bei der Keimung durch sukzedane Teilung 2—5 relativ große, (1-?) 2geißelige Zoosporen, welche zu vieleckigen Zellen (Polyedern) hervorzunehmen. Diese Polyeder wachsen weiter, Chromatophor und Pyrenoid werden den Mutterpflanzen immer

ähnlicher. In diesen entstehen schließlich kleinere Zoosporen, welche sich zu einem neuen Netz ordnen, das durch Aufreißen der Membran frei wird. Gameten, welche nicht kopulieren, liefern Aplanosporen.

3 Arten im Süßwasser, *H. reticulatum* (L.) Lagerh. mit zylindrischen Zellen, in stehenden und langsam fließenden Gewässern hat — von den kühleren Gegenden abgesehen — eine kosmopolitische Verbreitung. *H. africanum* Yamanouchi mit rundlich-ovalen Zellen, ist in Südafrika ziemlich häufig gefunden. *H. indicum* Iyengar mit großen, bis zu 16 mm langen zylindrischen Zellen aus Indien bekannt.

5. **Sorastrum** Kützing, Phyc. germ. (1845) 144 (Fig. 69 A—E). (*Echinastrum* Archer in Pritchard, Hist. of Infusoria, London 1861, Edit. 1855, 1852; *Sphaerastrum* Menegh. Synops. in Linn. XIV, 238; *Selenosphaerium* Cohn, Desmidiaceae Bongöensis, 13.) — Die Coenobien ± kugelig aus 4—64 ei-, keil-, halbmond- oder nierenförmigen Zellen, die durch Zellulosestiele, welche von einem gemeinsamen Zentrum nach allen Richtungen ausstrahlen, vereinigt sind. Hier im Zentrum bilden die Fazetten der Stiele einen größeren oder kleineren, massiven oder hohlen Körper, der bei kleinen Coenobien schwer sichtbar ist. Zellen an den

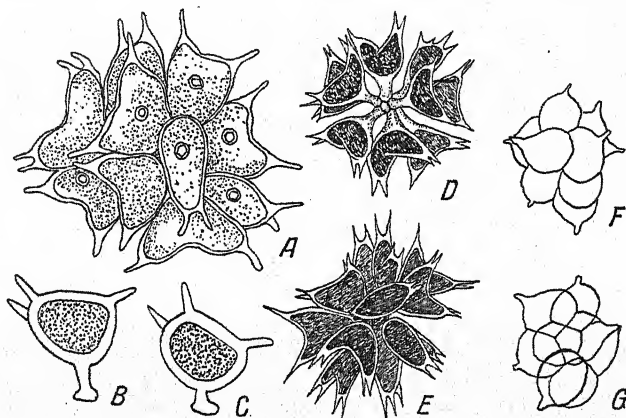


Fig. 69. A—C *Sorastrum spinulosum* Näg. A Kolonie; B, C Akineten. — D, E *Sorastrum crassispinosum* (Hansg.) Bohl. — F, G *Soropediastrum kerguelense* Wille. (A nach Chodat; B, C nach Printz, 780/1; D, E nach Bohlin, 600/1; F, G nach Wille, 950/1.)

Die Geißeln werden abgeworfen, und die Bewegung hört auf. Dann wachsen die jungen Coenobien aus und erhalten ihre endgültige Gestalt. Am hyalinen Ende bildet sich ein Zellulosestiel, der mit denjenigen der Nachbarzellen verwächst, und durch Zerfließen der umgebenden Gallertblase werden die jungen Tochtercoenobien frei. Es bilden sich also häufig viele Tochtercoenobien aus einer Mutterzelle. Akineten entstehen dadurch, daß die Zellen sich mit einer dicken Membran umgeben und mit Reservenernährung füllen. Dann zerfällt das Coenobium in die einzelnen Akineten.

10 Arten in süßem Wasser, meistens als Plankton in allen Weltteilen. Die häufigste ist *S. spinulosum* Näg., eine in Form und Größe sehr variable Art.

Oocystaceae.

Mit 18 Figuren.

Wichtigste Literatur: F. T. Kützing, Phycologia germanica, Nordhausen 1845. — Carl Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — A. Braun, Algarum unicellularium genera nova et minus cognita, Lipsiae 1855. — G. Fresenius, Beiträge zur Kenntnis mikroskopischer Organismen (Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., Bd. II, 1856—58). — A. De Bary, Über die Familie der Conjugaten, Leipzig 1858. — P. F. Reinsch, Die Algenflora d. mittl. Teiles von Franken, Nürnberg 1867. — L. Rabenhorst, Flora europaea algarum III, 1868. — H. J. Carter, A Description, with Illustrations, of the Development of *Sorastrum spinulosum* Näg. to which is added that Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

of a new Form of *Protococcus* (The Annals and Magazine of Natural History, Vol. IV, Ser. IV, London 1869). — G. Lagerheim, Bidr. till käändom. om Stockholmstraktens Padiastreer, Protococcaceer och Palmellaceer (Öfversigt af Vet. Akad. Förhandl., Stockholm 1882); Bidrag till Sveriges Algflora (Öfversigt af Vet. Akad. Förhandling., Stockholm 1883). — P. F. Reinsch, Über das Palmellaceen-Genus *Acanthococcus* (Ber. d. deutschen bot. Gesellschaft, Bd. IV, 1886). — P. A. Dangeard, Rech. s. l. Algues inférieures (Ann. d. Sciences nat. 7. Sér. Bot. T. 7, Paris 1888). — Hansgirg, Über neue Süßwasser- und Meeres-Algen u. Bakterien (Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wissenschaft M. N. Cl. I, Prag 1890). — W. Beijerinck, Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichengonidien und anderen niederen Algen (Bot. Ztg. 1890). — W. West, Algae of English Lake District (Journ. of Roy. micr. Soc. London 1892). — W. B. Turner, Algae aquae dulcis Indiae orientalis (K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 25, No. 5, Stockh. 1892). — E. de Wildeman, Note sur l. genre *Pleurococcus* (Bull. l'Herb. Boissier, T. 1, Genève 1893). — W. Schmidle, Beitr. z. Algenfl. d. Schwarzwaldes u. d. Rheinebene (Ber. nat. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 7, 1893). — R. Chodat, *Golenkinia*, genre nouv. d. Protococcoidées (Journ. de Botanique, T. 8, Paris 1894); Mat. serv. à l'Hist. d. Protococcoidées I, III. (Bull. l'Herb. Boissier, T. 2, 3, Genève 1894—95). — W. Krüger, Beitr. z. Kenntn. d. Organismen d. Saftflusses (Beitr. z. Physiol. u. Morph. nied. Organismen. Hg. v. W. Zopf, H. 4, Lpz. 1894). — R. Chodat, Sur le genre *Lagerheimia* (Nuov. Notarisia 1895). — K. Bohlin, Die Algen d. ersten Regnell'schen Expedition I. (Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 23, Afd. III, No. 7, Stockh. 1897); Zur Morph. u. Biol. einzelliger Algen (Öfvers. Vet. Akad. Förhand. Stockholm 1898, No. 9). — B. Schröder, *Attheya*, *Rhizosolenia* u. andere Planktonorganismen (Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XV, Berlin 1897); Über das Plankton d. Oder (ibidem Bd. XV, Berlin 1897). — E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen, I (Hedwigia, Bd. 37, Dresden 1898; IX. und XVIII. in Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 18, 22, Berlin 1900—04); Phytoplankton sächsischer Teiche (Plöner Forschungsber., T. 7, Stuttg. 1898). — W. Schmidle, Algologische Notizen X. (Allgem. bot. Zeitschr. Jahrg. 1898); Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen I. (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 18, Berlin 1900). — G. T. Moore, New or little known unicel. Algae II. (Botanic. Gazette, Vol. 32, Chicago 1901). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — W. et G. S. West, Contrib. to Freshw. Algae of Ceylon (Transact. Linn. Soc. 2. Ser. Bot., Vol. 6, London 1902). — W. Schmidle, Üb. die Gattung *Radiococcus* (Allgem. Zeitschr. f. System. Florist., Jahrg. VII, Karlsruhe 1902). — O. Zacharias, Z. Kenntn. nied. Flora u. Fauna holstein. Moorstümpfe (Plöner Forschungsber., Bd. X, Stuttgart 1903). — E. Lemmermann, Brandenburgische Algen II. (Zeitschr. f. Fischerei, Jahrg. 11, Berlin 1903); Flagellatae, Chlorophyceae, Coccosphaerales und Silicoflagellatae (Nordisches Plankton, Hg. von K. Brandt, Lief. 2, Kiel u. Lpz. 1903). — H. Lohmann, Neue Unters. üb. d. Reichtum d. Meeres an Plankton (Wissensch. Meeresuntersuchungen, N. F. Bd. 7, Abt. Kiel 1903); Eier u. sogenannte Cysten (Ergebnisse d. Plankton-Expedition, Bd. IV, N. F. Kiel 1904). — E. Lemmermann, Das Plankton Schwedischer Gewässer (Arkiv för Botanik Bd. 2, Stockholm 1904). — G. S. West, Treat. on British Freshw. Algae, Cambridge 1904. — G. Nadson, Z. Morph. d. nied. Algen (Mus. bot. Lab. med. Inst. f. Frauen. 9. St. Petersb. 1906). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins I. (Jahrb. d. Hamburg. Wissensch. Anstalten 23, III, 1906). — N. Svedelius, Üb. Fall von Symbiose zw. Zoochlorellen u. marin. Hydroide (Svensk bot. Tidskrift, Bd. 1, Stockh. 1907). — R. Gerneck, Zur Kenntn. nied. Chlorophyceen (Beihefte z. Bot. Centralblatt, Bd. XXI, Abt. 2, Dresden 1907). — G. S. West, Some critical Green Algae (Linnean Soc. Journ. of Botany, Vol. 38, London 1908). — H. Lohmann, Untersuchungen zur Feststellung d. vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, N. F., Bd. 10, Kiel 1908). — Ch. Bernard, Protococcacées et Desmidiées d'Eau douce, récoltées à Java, Batavia 1908. — N. Wille, Zur Entwicklungsgesch. d. Gattung *Oocystis* (Ber. deutsch. bot. Ges., B. 26a, Berlin 1908). — R. Chodat, Etude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues (Mémoire publié à l'occasion du Jubilé de l'Université, Genève 1909). — F. E. Fritsch, Freshwater Algae collected in the South Orkneys (The Linnean Society's Journal—Botany, 1912). — G. S. West, Fresh-Water Algae (Annals of the South African Museum, Vol. IX, 1912). — W. Conrad, *Errerella bornhemiensis* nov. gen. une Protococcacée nouvelle (Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, 1913). — R. Chodat, Monographies d'Algues en culture pure (Matériaux pour la Flore cryptogamique Suisse, Berne 1913). — Henrik Printz, Eine systematische Übersicht der Gattung *Oocystis* (Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. 51, 1913). — E. N. Transeau, The Life History of *Gloeotaenium* (The Botanical Gazette, Vol. LV, 1913). — Henrik Printz, Kristiania-traktens Protococcoider (Videnskapsselskaps Skrifter, I, Mat. Nat. Kl. 1913, Kristiania 1914). — H. Kufferath, Contribution à l'Etude de la Flore algologique du Luxembourg méridional (Annales de Biologie lacustre, Tome VII, 1914—1915). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 5, Jena 1915. — Henrik Printz, Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen (Det Kgl. Norske Videnskabs Selskabs Skrifter, Trondhjem 1915). — Josef Schiller, Eine neue kieselschalige Proto-phytengattung aus der Adria (Archiv für Protistenkunde, Bd. 36, 1916). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — G. M. Smith, New or interesting algae from the lakes of Wisconsin (Bulletin of the Torrey Botanical Club, Vol. 43, 1916). — G. J. Playfair, Australian Freshwater Phyto-

plankton (Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, Vol. XLI, 1916, issued 1917). — G. M. Smith, Cytological Studies in the Protococcales III. Cell Structure and Autospore Formation in *Tetradron minimum* (A. Br.) Hansg. (Annals of Botany, Vol. XXXII, 1918); A second List of Algae found in Wisconsin Lakes (Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, Vol. XIX, 1918). — Einar Naumann, Notizen zur Systematik der Süßwasseralgae I (Arkiv för Botanik, 1919). — G. Huber-Pestalozzi, Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Gloeotaenium Loitlesbergerianum* Hansg. (Zeitschrift für Botanik, Jahrg. XI, 1919). — G. M. Smith, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin (Wisconsin Geological and Natural History Survey, No. 57, 1920). — R. Chodat, Algues de la Région du Grand St. Bernard (Bulletin de la Société Botanique de Genève, 1921). — Henrik Printz, Subaerial Algae from South Africa (Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1920, Trondhjem 1921). — G. M. Smith, The Phytoplankton of some artificial Pools near Stockholm (Arkiv för Botanik, 1922). — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., B. I, Jena 1922). — R. Chodat, Matériaux pour l'Histoire des Algues de la Suisse (Bulletin de la Société Botanique de Genève, 1922). — Karl Borech, Über die Pigmente der Alge *Palmelloccoccus miniatus* var. *porphyrea* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XL, 1922). — G. M. Smith, The Phytoplankton of the Muskoka Region, Ontario, Canada (Trans. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, Vol. XX, 1922). — G. Huber-Pestalozzi, Notiz über *Gloeotaenium Loitlesbergerianum* Hansg. (Zeitschr. für Botanik, Jahrg. 16, 1924). — G. M. Smith, Ecology of the Plankton Algae in the Palisades Interstate Park, including the Relation of Control Methods to the Fish Culture (Roosevelt Wild Life Bulletin, Vol. 2, No. 2, 1924). — L. Geitler, Über *Acanthosphaera Zachariasi* und *Calyptribacterium indutum* nov. gen. et sp., zwei planktonische Protococcaceen (Österreichische bot. Zeitschr., Bd., 73, 1924). — G. Huber-Pestalozzi, Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte von *Asterothrix (Cerasterias) raphidioides* (Reinsch) Printz (Hedwigia, Bd. LXV, 1925). — Beck-Mannagetta, Neue Grünalgen aus Kärnten (Archiv für Protistenkunde, Bd. 55, 1926).

Merkmale. Die Zellen sind immer unbeweglich und leben einzeln oder bisweilen zu mehreren zusammen von Gallerte umgeben; meist bilden sie formlose Verbände, jedoch kommen mitunter auch bestimmt geformte Verbandkolonien vor. Vermehrung durch Aplanosporen oder Autosporen, die nach Teilungen in 1—3 Richtungen des Raumes entstehen und durch Sprengung oder Auflösung der ganzen Mutterzellmembran einzeln frei werden; nur selten hängen mehrere lose zusammen. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt; vegetative Teilungen kommen auch nicht vor.

Vegetationsorgane. Die Zellen leben bei den meisten Gattungen (außer den Vermehrungsstadien) einzeln, bei einigen, wie *Oocystis* und *Nephrocystium*, dauert jedoch das Vermehrungsstadium ziemlich lange, und es kann daher sogar vorkommen, daß die alten Zellwände sich dehnen und so lange erhalten bleiben, daß 2—3 Generationen innerhalb der ursprünglichen Mutterzellmembran eingeschachtelt zusammenliegen, wodurch formlose Kolonien zustande kommen. Bei gewissen Gattungen (*Kirchneriella* [Fig. 81] und *Ecdysichlamys* [Fig. 80 A—G]) wird nach der Teilung die Mutterzellmembran zu einer strukturalosen Gallertmasse umgebildet, und die Tochterzellen verteilen sich dann meistens unregelmäßig in diesen Schleimmassen. Bei *Errerella* und den *Micractinium*-Arten können die Zellen eine ± regelmäßige Anordnung, die durch die Teilung der Zellen bedingt wird, beibehalten und dadurch Verbandkolonien von bestimmter Form bilden. Dadurch zeigen sie Übereinstimmung mit der Familie *Coelastraceae*. Sehr charakteristisch sind die derbwandigen flachen oder tetraedrischen Kolonien von *Gloeotaenium* (Fig. 82), die auch mit peripheren bandförmigen Inkrustationszonen von Kalzit versehen sind. Die Gestalt der Einzelzellen ist sehr wechselnd: die *Eremosphaerae* (Fig. 70 u. Fig. 71), die *Chlorelleae* (Fig. 72, 73) und *Gloeotacnium* haben fast runde und glatte Zellen, bei den *Micractinieae* (Fig. 74, 75, 76, 77 und 78) sind sie rund-oval und mit feineren oder gröberen Borsten und Stacheln versehen, die *Oocystee* (Fig. 79, 80 und 81) haben längliche, oval-ellipsoidische Zellen, an den beiden Enden oft mit ± starken Membranverdickungen, bei *Ecdysichlamys* sind sie leicht schief, bei *Nephrocystium* nierenförmig gebogen und bei *Kirchneriella* spitz mond-sichelförmig, die *Tetradreae* (Fig. 83) endlich haben regelmäßig oder unregelmäßig gelappte oder geschlitzte Zellen. Die Stacheln, die bei dieser Familie auftreten, sind verschieden gebaut, entweder als zylindrische oder an der Basis kegelförmige kompakte Membranverdickungen, oder sie sind teilweise hohl; sie bedecken entweder regellos die ganze Zelloberfläche oder nur einen Teil und können bisweilen nur an bestimmten Stellen auftreten. Der Chromatophor ist meistens groß, wandständig und glockenförmig, mitunter am Rande sternförmig gelappt oder netzförmig durchbrochen. Bei *Eremosphaera* und gewissen

Oocystis-Arten wird aber der Chromatophor in mehrere wandständige Chlorophyllplatten gespalten.

Die Vermehrung ist nur vegetativ und sehr einfach. Durch sukzessive oder simultane Teilung entstehen eine Anzahl Aplanosporen, die hier meist schon in der Mutterzelle ihre definitive Gestalt angenommen haben, so daß sie im Moment des Entlassens schon die endgültige Form der Mutterzelle aufweisen und deshalb oft besser *Autosporen* genannt werden könnten. Sie wachsen sofort aus und können als reduzierte, in der Mutterzelle entwickelte Zoosporen aufgefaßt werden. Die Teilungen folgen in 1–3 Richtungen des Raumes; die gebildeten Autosporen umgeben sich mit Membran, unabhängig von der Mutterzellmembran, und werden von dieser befreit, indem sie durch ein Loch heraus-schlüpfen (*Micractinium*), oder dadurch, daß die Mutterzellmembran in Stücke gesprengt (z. B. *Placosphaera*) wird oder sich in Gallerte verwandelt (z. B. *Kirchneriella*). Die Autosporen trennen sich entweder voneinander sofort oder können bisweilen in bestimmter Anordnung lange zusammenhängen (*Micractinium* und *Errerella*).

Als Ruhestadium können Akineten gebildet werden; sie haben eine dicke Membran und einen verdickten Inhalt, der bisweilen (*Oocystis*) eine rötliche Farbe annimmt. Bei *Oocystis* treten *Tetraëdron*-ähnliche Ruhestadien auf.

Zoosporen scheinen zu fehlen. Für *Micractinium* wird freilich ein *Gloeocystis*-ähnliches *Palmella*-Stadium angegeben, aus welchem Zoosporen mit 4 Geißeln gebildet werden sollen; es scheint mir aber nicht sicher, daß dies *Palmella*- und Zoosporenstadium in die Entwicklungsgeschichte von *Micractinium* hineingeht. Auch die für eine *Lagerheimia*-Art angegebene Vermehrung durch 2geißelige Zoosporen ist höchst zweifelhaft, und eine Nachprüfung ist dringend erwünscht.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bisher ganz unbekannt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die *Oocystaceae* schließen sich den *Chlorococcaceae* eng an; sie haben in großen Zügen denselben Zellenbau, aber unterscheiden sich von diesen dadurch, daß sie ausschließlich unbewegliche Fortpflanzungszellen entwickeln. Wir haben in beiden Familien starke Anklänge bzw. Varianten im Bau der Chromatophoren, die völlig parallel gehen, derart, daß z. B. *Chlorella* und *Chlorococcum* ganz allein durch die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Tochterzellen unterschieden werden. Schon bei den *Chlorococcaceae* können die Zoosporen bisweilen auf Beweglichkeit verzichten und die Form von Aplanosporen annehmen. Von *Chlorella* als Anfangsglied gehen eine Reihe spezifischer Formen aus. So haben sich wohl die *Oocystaceae* aus den *Chlorellaceae* entwickelt und ebenso die *Micractinieae*; *Tetraëdron* schließt sich wahrscheinlich an die *Micractinieae*, von denen z. B. *Trochiscia* als ein Zwischenglied angesehen werden kann. Über die Stellung von *Kirchneriella* herrscht Zweifel. Ich fasse die Gattung als nahe verwandt mit *Nephrocytium* und stelle sie zu den *Oocystaceae*, indem es Arten gibt, die diese beiden Gattungen verbinden. So könnte man z. B. *Nephrocytium Willeanum* fast ebensogut unter die Arten von *Kirchneriella* rechnen. Von gewissen Autoren wird aber *Kirchneriella* zu den *Coelastraceae* gerechnet, da sie auch mit *Selenastrum*, die zweifellos zu den *Coelastraceae* gehört, große Übereinstimmung zeigt.

Eine ähnliche Brücke zwischen diesen beiden Familien der »Autosporaceen« ist auch in den Gattungen *Micractinium* und *Errerella* zu finden. Die erstgenannte Gattung steht *Golenkinia* ohne Zweifel sehr nahe, und diese beiden Gattungen werden auch von vielen Autoren (z. B. Wille) zu einer einzigen Gattung zusammengeschlagen. Dadurch, daß sie ziemlich bestimmt geformte Verbandkolonien bilden, ein Charakter, der bei *Errerella* noch deutlicher ausgesprochen ist, stehen sie innerhalb der *Oocystaceae* etwas isoliert und zeigen Übereinstimmung mit den *Coelastraceae*. Wenn *Errerella* allein dastünde, würde ich sie anstandslos den *Coelastraceae* einreihen, aber durch *Micractinium* ist ihre Verwandtschaft mit den *Oocystaceae* deutlich angezeigt.

Die systematische Stellung von *Gloeotaenium* war lange sehr unklar. Durch die Untersuchungen von Chodat, Transeau und besonders von Huber-Pestalozzi muß sie jedoch als eine *Oocystacea* angesehen werden. Etwas isoliert steht auch die Unterfamilie *Eremosphaereae*, die durch die beiden Gattungen *Eremosphaera* und *Excentrosphaera* vertreten ist. Sie bilden relativ große, kugelige Zellen mit dünner Membran und zahlreiche kleine parietale Chromatophorplatten, welche Fortsätze gegen die Zellmitte entsenden.

Radiococcus und *Tetracoccus* wurden gewöhnlich zu den *Oocystaceae* gerechnet. Da jedoch die einzelnen Zellen in den die Kolonien umgebenden Schleimmassen ganz gesetzmäßig — entweder tetraëdrisch oder zu 4 in einer Ebene — gelagert sind, werden die Kolonien bestimmt gestaltet. Sie zeigen dadurch eine unzweideutige Verwandtschaft mit gewissen *Coelastraceae*, z. B. besonders mit der von mir in der neuesten Zeit beschriebenen *Quadrigula*, und ich sehe sie daher als primitive *Coelastraceae* an. Obwohl die beiden Familien *Oocystaceae* und *Coelastraceae* durch die Hauptmasse ihrer Vertreter recht deutlich getrennt sind, gibt es also auch einige Gattungen, die den Übergang zwischen ihnen vermitteln, und eine scharfe Grenze hier zu ziehen ist zur Zeit nicht möglich.

Verbreitung. Mit Ausnahme von ein paar Arten von *Oocystis* kommen alle Oocystaceen ausschließlich in süßem oder schwach brackischem Wasser vor, die Hauptmasse sind Planktonten. Alle stacheligen oder mit Borsten versehenen Formen sind ausgeprägte Planktonformen. Arten von *Chlorella* sind häufig als Luftalgen an feuchten Felsen, Baumstämmen u. dgl. zu treffen, andere symbiotisch mit verschiedenen Tieren. Die meisten Gattungen sind schon aus allen oder mehreren Weltteilen bekannt, *Errerella* ist jedoch bisher nur als Plankton in Belgien und Nord-Amerika angetroffen worden, *Borgea* in Schweden und *Ecdysichlamys* bisher nur als grüner Belag auf feuchtem Sandboden in einer seichten Vertiefung, die den Abfluß von einem Badezimmer bildete, in Mossamedes gefunden worden.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen kugelig, oval, nieren- bis mondsichelförmig gekrümmt, nicht eckig.
 - a. Zellen kugelig oder beinahe kugelig, ohne Stacheln.
 - α. Zellen sehr groß mit zahlreichen, kleinen, wandständigen Chromatophoren
 - I. Die Chromatophoren oval-flach. 2—4 Aplanosporen 1. Eremosphaeraeae.
 - II. Die Chromatophoren eckig, radial gestellt. Zahlreiche Aplanosporen 2. Excentrosphaera.
 - β. Zellen kleiner, mit 1 krugförmigem Chromatophor, einzeln oder durch strukturelose Gallertmassen verbunden II. Chlorellaeae.
 - I. Membran nicht inkrustiert, wird nicht in Stücke zersprengt 3. Chlorella.
 - II. Membran mit Kalk inkrustiert, wird in Stücke zersprengt 4. Placosphaera.
 - γ. Zellen kugelig-elliptisch, meist zu 2 oder 4 in flachen oder tetraëdrischen derbwandigen Gallertkolonien, welche mit schwarzen bandförmigen Inkrustationszonen versehen sind V. Gloeotaeniaeae.
 - Nur eine Gattung 16. Gloeotaenium.
 - b. Zellen kugelig-elliptisch bis fast zylindrisch mit Stacheln, Borsten, Warzen oder Leisten besetzt III. Micractinieae.
 - α. Zellen kugelig, allseitig mit gleichdicken, soliden Borsten bedeckt 5. Golenkinia.
 - β. Zellen kugelig, einseitig mit 1 bis mehreren, an der Basis etwas angeschwollenen, hohlen Stacheln versehen, meist zu 4 in einer Ebene liegend 6. Micractinium.
 - γ. Zellen kugelig, mit 1 gleichdicken Stachel, zu dreiseitigen Verbandkolonien vereinigt, die an jeder ihrer Ecken aus dreiseitigen Pyramiden bestehen, welche aus 16 Zellen gebildet sind 7. Errerella.
 - δ. Zellen kugelig, von einer hyalinen, festen gallertartigen Hülle umgeben, welche meist in 4 fast spitzkegelige Stacheln ausgezogen ist 10. Borgea.
 - ε. Zellen kugelig, allseitig von kurzen breiten Stacheln, Warzen oder Leisten besetzt 11. Trochiscia.
 - ζ. Zellen meist deutlich elliptisch-zylindrisch.
 - I. Teilung in 3 Richtungen 8. Lagerheimia.
 - II. Teilung nur in 1 Richtung 9. Franceia.
 - c. Zellen oval-elliptisch, gerade, schief, nieren- oder mondsichelförmig gekrümmt, ohne Stacheln IV. Oocysteeae.
 - α. Zellen fast kugelig bis elliptisch oder fast zylindrisch, oft mit apikalen Membranverdickungen, meist symmetrisch, ausnahmsweise schwach unsymmetrisch 12. Oocystis.
 - β. Zellen elliptisch, deutlich schief, an den Enden zugespitzt 13. Ecdysichlamys.
 - γ. Zellen nierenförmig gekrümmt, mit abgerundeten Enden 14. Nephrocytium.
 - δ. Zellen mondsichelförmig, mit spitzen Enden 15. Kirchneriella.
 - B. Zellen eckig, lappig, mit oder ohne kurze Stacheln VI. Tetraëdreae.
 - Nur eine Gattung 17. Tetraëdron.

I. *Eremosphaereae*.

Einzelne große, runde oder ovale bis birnenförmige Zellen mit zentralem Zellkern und vielen wandständigen oder radial geordneten Chromatophoren, die 1 bis mehrere Pyrenoide enthalten. Zellhaut meist dünn, zweischichtig. Vermehrung durch 2 bis viele Aplanosporen, welche durch einen Riß oder ein Loch in der Muttermembran frei werden. Rote, runde Ruheakineten, mit Öl gefüllt, sind bekannt.

1. *Eremosphaera* de Bary, Über d. Fam. d. Conjugaten (1858) 56 (Fig. 70). (*Chlorosphaera* Henfr. [nicht Klebs!] in Transact. of the Microscop. Society, new Ser. VII [1859] 25.) — Zellen kugelig, groß, freischwimmend, stets einzeln. Membran meist dünn, zweischichtig. Die Zelle kann sich häuten, indem die Zellwand sich in 2 Schichten teilt und die innere mit dem Zellinhalt aus der äußeren Membranschicht heraustritt. Chromatophoren liegen zahlreich an der Wandung, sie sind flach, aber von verschie-

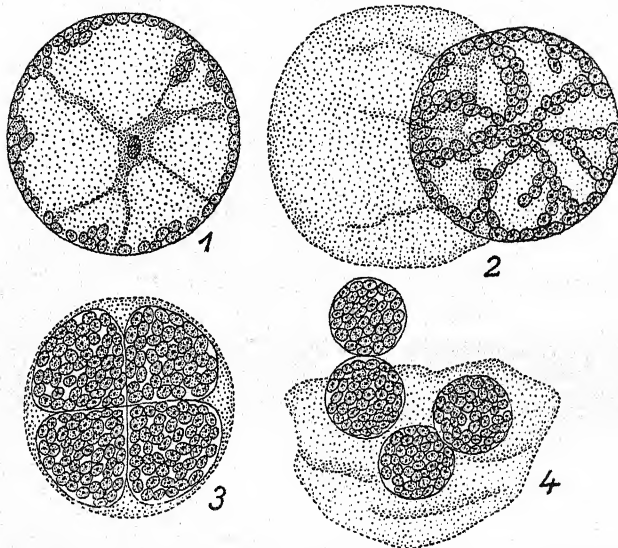


Fig. 70. *Eremosphaera viridis* de Bary. 1 Vegetative Zelle im optischen Durchschnitt; 2 Häutung derselben; 3, 4 Bildung und Entleerung der Tochterzellen. (Nach G. T. Moore.)

denen Umrissen, rundlich, rhombisch, elliptisch oder unregelmäßig mit 1, eventuell 2 bis 3 kleinen konischen Vorsprüngen gegen das Zellinnere. Jeder Chromatophor enthält 1—4 Pyrenoide. Der Zellkern ist zentral gelegen, durch Plasmafäden mit den parietalen Chromatophoren verbunden. Durch sukzessive Teilung entstehen 2—4 Aplanosporen (Autosporen), die durch Aufreißen der Muttermembran frei werden. Die Ruheakineten haben eine rote Farbe, enthalten Öl und entstehen durch Verdickung der Mutterzellhaut, entweder ohne oder nach Teilung der Mutterzelle.

1 Art, *E. viridis* de Bary in süßem Wasser aus Europa, Amerika, Australien und Süd-Orkney-Inseln bekannt.

Anm. Chodat hat Zoosporen und *Palmella*-Stadien angegeben, später setzte er jedoch selbst ein Fragezeichen dazu.

2. *Excentrosphaera* Moore in Bot. Gazette Vol. 32 (1901) 320 (Fig. 71 A—B). (*Eremosphaera* de Bary p. p., Über die Fam. der Conjugaten [1858].) — Die Zellen sind einzeln, freischwimmend, ziemlich groß, in der Form variierend von rund, elliptisch bis birnförmig, manchmal mit einer einseitigen Membranverdickung. Chromatophoren zahlreich, wandständig, eckig, radial angeordnet und enthalten jeder zahlreiche Pyrenoide. Vermehrung durch zahlreiche runde Aplanosporen, die durch ein Loch in der Mutterzellhaut heraustreten und zur normalen Größe heranwachsen.

1 Art, *E. viridis* Moore in süßem Wasser in Europa und Nordamerika.

II. Chlorellaeae.

Zellen kugelig, selten elliptisch, meist mit glatter Membran, einzeln oder zu losen Haufen zusammenliegend, niemals zu bestimmt geformten Kolonien verbunden. Chromatophor glockenförmig, mitunter netzig durchbrochen, oder eine parietale Platte, mit oder ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke, mitunter tritt Glykogen oder fettes Öl auf. Vermehrung durch Teilung in 3 Richtungen, die gebildeten Aplanosporen (Autosporen) werden durch Auflösen oder Zersprengen der Mutterzellhaut frei. Dauersporen mit dicker Membran bekannt.

3. *Chlorella* Beijerinck in Bot. Zeitung Bd. 48 (1890) 758 (Fig. 72 und Fig. 73 E—G). (*Zoochlorella* Brandt in Verh. der Physiol. Gesellsch. zu Berlin 1881—82; *Chlorothecium* Krüger, Beitr. zur Kenntn. der Organismen d. Saftflusses in Zopf, Beitr. zur Phys. Morph. nied. Organismen IV [1894] 94; *Palmellococcus* Chodat, Mater. pour servir à l'Hist. Protococcoid. I in Bullet. Herb. Boissier, T. II [1894] 429, 599; *Krūgera* Heering, Die Süßwasser-algen Schleswig-Holsteins in Jahrb. der Hamburg. Wissenschaftl. Anstalten XXIII [1905] 105; *Chloroidium* Nadson, Zur Morph. nied. Algen in Bullet. jardin Imp. bot. de St. Petersburg, T. VI [1906] 13; *Acrosphaera* Gerneck, Zur Kenntn. nied. Chlorophyceen in Beiheft

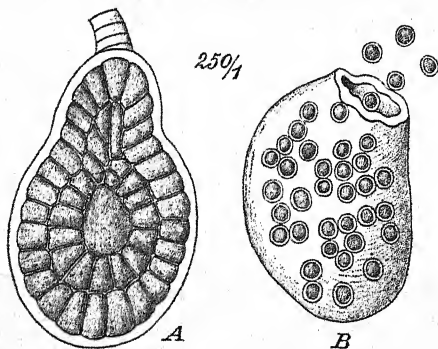


Fig. 71. *Eocentrosphaera viridis* Moore. A Zelle mit Wandverdickung; B Entleerung der Aplanosporen. (Nach G. T. Moore, 250/1.)

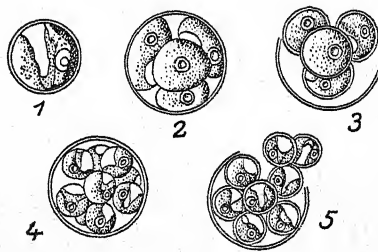


Fig. 72. *Chlorella vulgaris* Beijerinck. 1 Vegetative Zelle; 2—5 Bildung und Entleerung von Autosporen. (Nach Grintzesco.)

zum Bot. Centralbl. Bd. XXI, 2 [1907] 251; *Chlorococcum* p. p., *Pleurococcus* p. p., *Protococcus* p. p. auct. pl.) — Zellen kugelig-elliptisch oder abgeplattet, mit dünner Membran, einzeln lebend oder mehrere zusammenliegend, von Gallerte umgeben. Der Chromatophor parietal, glocken- oder plattenförmig, bisweilen netzartig durchbrochen, mit oder ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke, manchmal tritt auch Glykogen oder Öl auf. 1 Zellkern in der Zellmitte. Vermehrung durch sukzessive Teilung des Zellinhaltes in 3 Richtungen, die gebildeten Aplanosporen (Autosporen), die sich rasch mit einer Membran umgeben, werden durch Auflösen oder Zersprengen der Mutterzellhaut frei. Ruheakineten sind bekannt.

Chlorella kommt auf feuchter Erde, Felsen, Baumstämmen, als Flechtengonidien, in Gewässern, auch symbiotisch mit Tieren zusammen vor (*Hydra*, *Stentor*, *Ophrydium*, *Paramecium* u. a.), auch im Meereswasser, mitunter sogar in Flaschen u. dergl. in Laboratorien, Blumentöpfen usw. Viele Arten sind auch aus dem Saftfluß der Bäume beschrieben.

Ca. 33 Arten, die folgendermaßen eingeteilt werden können:

Sekt. I. *Euchlorella* Wille, E. P., 1. Aufl., Nachtr. I, 2, 1909, 56. Zellen kugelig mit dünner Membran, glockenförmiger Chromatophor und 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke, z. B. *Chlorella vulgaris* Beijer.

Sekt. II. *Palmellococcus* (Chodat in Bullet. Herb. Boissier, T. II [1894] 601 — als Gattung!) Wille l. c. 56. Zellen kugelig mit dicker Membran und einer parietalen Chlorophyllplatte ohne Pyrenoid meistens gedeckt von orangefarbigem Öl als Assimilationsprodukt, z. B. *C. miniata* (Kütz.) (= *Palmellococcus minutus* Chod.) auf nassen Mauern usw. in Gewächshäusern.

Sekt. III. *Chloroidium* (Nadson in Mus. bot. Lab. med. Inst. f. Frauen, St. Petersburg, IX, 1906 — als Gattung!) Wille, l. c. 56. (= *Chlorothecium* Krüg., *Krūgera* Heering). Die Zellen kugelig, elliptisch oder eiförmig, grün. Der Chromatophor eine flache Chlorophyllplatte ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Öl. Z. B. *C. saccharophila* (Krüg.) im Saftflusse der Bäume.

Sekt. IV. *Aerosphaera* (Gerneck in Beih. Bot. Clbl., Bd. 21, II, [1907] 251 — als Gattung!). Wille, l. c. 56. Zellen kugelig, grün mit netzförmig durchbrochenem Chromatophor ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Öl. *C. faginea* (Germ.) Wille auf Buchenstämmen in Deutschland.

Sekt. V. *Siderocelis* Naumann in Arkiv för Botanik, Bd. 16, No. 2, 1919, 5. Zellen kugelig oder elliptisch; Membran dünn, von kleinsten Warzen dicht besetzt, zeigt eine schwache Imbibition von Eisenoxyd. Die Warzen bestehen fast nur aus Eisenoxyd. Chromatophor 1, becherförmig parietal. Gallerte fehlt. *C. Kolkwitzii* Naumann, *C. oblonga* Naumann und *C. minor* Naumann als Süßwasserplanktonten in Schweden.

4. **Placosphaera** Dangeard in Le Botaniste, 1 Ser. (1889) 167 (Fig. 73 A—D). — Die Zellen kugelig oder fast elliptisch, mit dicker, kalkinkrustierter Haut. Pyrenoid zentral, zahlreiche Stärkekörner vorhanden. Zellkern etwas seitlich gelegen. Durch reichliche Gallertproduktion wird die erste Hülle manchmal gesprengt, und eine neugebildete umschließt dann direkt die Zelle. Vermehrung durch sehr langsame sukzessive Teilung in 2, 4, selten 8 Autosporen, die durch Zerbrechen der Mutterhülle frei werden.

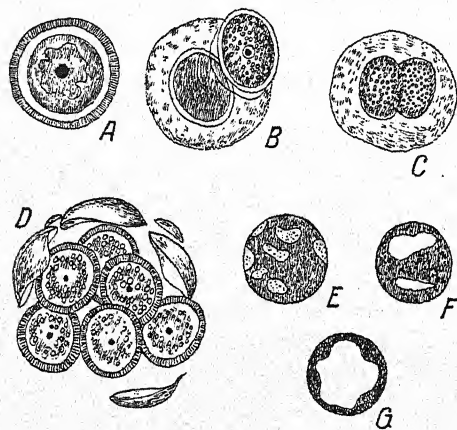


Fig. 73. A—D *Placosphaera opaca* Dangeard. — E—G *Chlorella faginea* (Germ.) Wille. (A—D nach Dangeard; E—G nach Gerneck.)

1 Art, *P. opaca* Dangeard in süßem Wasser in Ostasien.

Anm. Diese Alge ist etwas unvollständig bekannt und ihre systematische Stellung daher unsicher. Vielleicht ist sie mit *Coelastrum* verwandt.

III. Micractinieae.

Kugelige, ovale oder elliptische Zellen mit verschiedenen angeordneten Stacheln auf der Zelloberfläche. Sie können einzeln leben oder in bestimmter Anzahl lose zusammenhängen, Verbandkolonien bilden und haben 1 glockenförmigen oder mehrere plattenförmige Chromatophoren mit oder ohne Pyrenoid. Aplanosporen (Autosporen) entstehen durch Teilungen in 1, 2 oder 3 Richtungen und werden frei durch ein Loch oder durch die Auflösung der Mutterzellmembran.

5. **Golenkinia** Chodat in Journ. de Bot., T. 8 (1894) 305 (Fig. 74 A—B). (Inkl. *Phytherios* Frenzel in Arch. für mikroskop. Anatomie, Bd. 38; Lemmermann, Beitr. zur Kenntn. der Planktonalgen I in Hedwigia, Bd. 37 [1898] 308.) — Zellen kugelig oder ein wenig oval, meist einzeln, mit oder ohne Gallerthülle. Membran dick, 2schichtig, allseitig mit zahlreichen, hyalinen, soliden und gleich dicken Borsten besetzt, welche am Grunde nicht verdicke sind. Chromatophor parietal, glockenförmig, mit oder ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke oder Öl. Vermehrung durch Teilungen in 2—3 Richtungen und Bildung von Autosporen, die durch ein Loch herauschlüpfen oder durch Vergallertung der Mutterzellmembran frei werden. Akineten vorhanden. (Bei einer Art werden ein *Palmella*-Stadium und 4geißelige Zoosporen angegeben, sind aber bisher noch nicht bestätigt.) Dauersporen mit dicker Membran beobachtet.

9 Arten als Süßwasserplankton, wahrscheinlich in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Eugolenkinia* (Chod.). Printz emend. Die Zellen meistens einzeln lebend, allseitig mit zylindrischen Borsten versehen. Der Chromatophor mit Pyrenoid. Typische Art: *G. radiata* Chodat, *G. crassispina* Printz (= *Micractinium crassispinum* Printz) aus Asien bekannt.

Sekt. II. *Phytherios* (Frenzel in Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 38 — als Gattung) Wille in E. P. I. Aufl., Nachtrag I, 2 (1909) 57. Zellen einzeln lebend, allseitig mit zylindrischen Borsten versehen. Membran 2schichtig, die äußere nicht aus Zellulose bestehend. Chromatophor ohne Pyrenoid. Typische Art: *G. viridis* (Frenz.) Printz (= *Phytherios viridis* Frenzel).

6. **Micractinium** Fresenius in Abhdl. Senckenberg. Naturf. Ges. Bd. II (1858) 236 (Fig. 74 C). (Inkl. *Archerina* Lankester in Quart. Journ. Mic. Soc. N. S. Vol. 25 [1885] 61, Pl. VII; *Richterella* Lemmermann, Result. einer biol. Unters. v. Forellenteichen 107; *Golenkinia* Schmidle p. p. [non Chodat] Alg. Not. 1896; *Scenedesmus* Wood p. p., Freshw. Algae U. S. 91, Tab. III, Fig. 11.) — Die Zellen sind dünnwandig, kugelig oder elliptisch, einseitig

mit 1—7 an der Basis etwas angeschwollenen, hohlen Stacheln besetzt. Zellen nicht einzeln, stets zu dicht geschlossenen oder mit einer Lücke versehenen Kolonien lose vereinigt. Die Kolonien meist aus 4 in einer Ebene oder tetraedrisch angeordneten Zellen bestehend, die aber wieder größere bis 64zellige Verbandkolonien bilden können. Chromatophor parietal, glockenförmig, mit Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung der Zellen in allen 3 Richtungen des Raumes. Dauersporen mit dicker Membran bekannt.

3 Arten als Plankton kosmopolitisch verbreitet. Die typische Art ist *M. pusillum* Fresen. (= *Golenkinia botryoides* Schmidle = *Richterella botryoides* [Schmidle] Lemmerm.).

7. **Errerella** Conrad in Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. Vol. 50 (1913) 242 (Fig. 75 A). Zellen kugelig, mit dünner Membran, an jeder Zelle mit einem einzigen spitzigen Stachel, der an der Basis keine Verdickung hat. Niemals mehrere Stacheln an einer Zelle. Die Zellen bilden Verbandkolonien von der Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, das an jeder Seite drei dreiseitige Pyramiden trägt, welche aus 16 Zellen bestehen. Bisweilen auch größere Kolonien bis zu 256 Zellen. Chromatophor glockenförmig, parietal, mit seitlichem

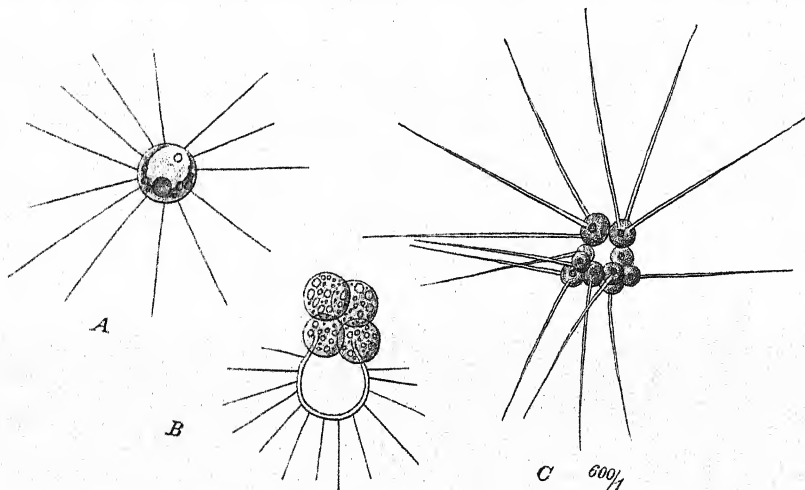


Fig. 74. A, B *Golenkinia radiata* Chodat. A eine vegetative Zelle; B Bildung von Aplanosporen. — C *Micractinium pusillum* Fresen. Eine Kolonie mit 2 Zellen in der Teilung. (A, B nach R. Chodat; C nach E. Lemmermann, 600/1.)

Einschnitt, ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt stets Öl in kleinen Tropfen. Vermehrung durch Bildung von kleinen 4zelligen Autokolonien in jeder Mutterzelle.

1 Art, *E. bornhemensis* Conrad aus dem Plankton von Bornhem in Belgien beschrieben. Später auch in Nordamerika nachgewiesen.

A n m. Diese Gattung steht ohne Zweifel *Micractinium* sehr nahe, mit welcher sie im Zellenbau übereinstimmt. Auf der anderen Seite verrät sie durch ihre Koloniebildung Anknüpfung an die Familie *Coelastraceae*.

8. **Lagerheimia** (De Toni) Chodat in Nuova Not. VI (1895) 90 (Fig. 76 A—C). (Inkl. *Tetraceras* Chodat, Algues d. environs Genève in Archiv sc. phys. naturelles, 32 [1894] 624; *Chodatella* Lemmermann, Beitr. zur Kenntn. der Planktonalgen I in Hedwigia Bd. XXXVII [1898] 309; *Bohlinia* Lemmermann, Phytoplankton sächsischer Teiche in Plöner Forschungsber. Bd. VII [1898] 25; *Oocystis* Nägeli p. p. in A. Braun, Alg. Unicell. Gen. [1855]; *Bernardia* Playfair, Austral. Freshwater Phytoplankton in Proceed. of the Linnean Soc. of the New South Wales, Vol. XLI [1916] 847 Pl. 59.) — Die Zellen meist länglich, eiförmig, elliptisch oder zylindrisch, selten kugelförmig, mit abgerundeten Enden, entweder einzeln oder 2 bis mehrere in einer strukturlosen Gallertmasse oder von der erweiterten Membran der Mutterzelle umgeben. Die Zellen tragen jede 4 bis zahlreiche, gerade oder gebogene, gleich dicke oder gegen die Basis deutlich verdickte, oft etwas bräunlich gefärbte Borsten oder Stacheln, die ohne oder mit basalen knopfförmigen Anschwellungen versehen sein können. Die Stacheln sind sehr verschieden angeordnet, entweder nur polar oder über den ganzen Umfang verteilt. Chromatophoren 1 bis mehrere parietale, gebogene Platten, mit

oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung in 3 Richtungen in 2—8 Autosporen, welche meistens ihre Borsten bereits innerhalb der Mutterzelle ausbilden und durch Aufreißen der Mutterzellhaut frei werden. 2geißelige Zoosporen sind bei einer Art angegeben, aber höchst zweifelhaft, und eine Nachprüfung ist dringend erwünscht.

Ca. 18 Arten, die ausgesprochene Planktonformen sind und in allen Weltteilen vorkommen.

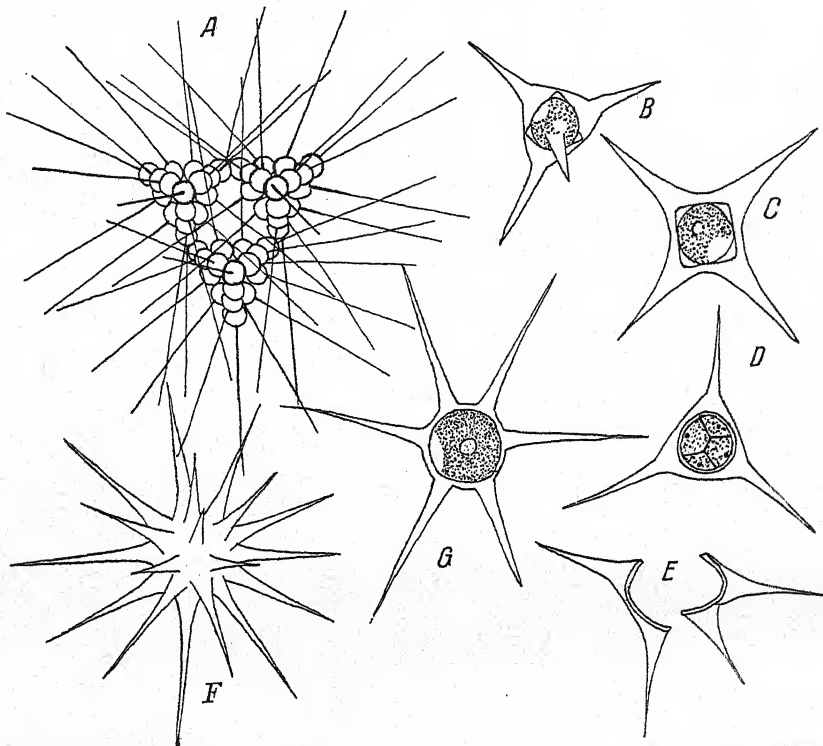


Fig. 75. A *Echeriella bornhemiensis* Conrad. Verbandkolonie von vorn. — B—E *Borgea planctonica* G. M. Smith. B, C vegetative Zellen; D in Teilung; E nach Entleerung der Tochterzellen. — F, G *Echino-sphaerella limnetica* G. M. Smith. (A nach Conrad; B—E nach G. M. Smith, 800/1; F, G nach G. M. Smith, 1000/1.)

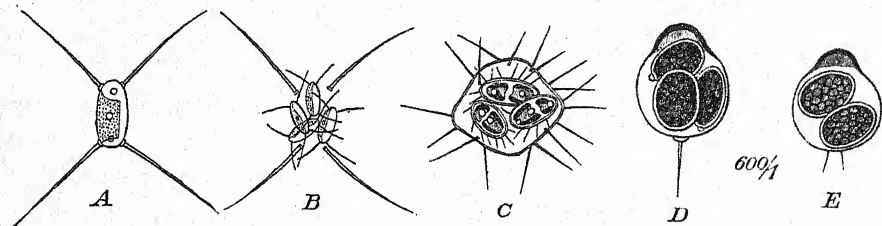


Fig. 76. A, B *Lagerheimia ciliata* (Lagerh.) Chodat. A eine vegetative Zelle; B Teilungsstadium. — C *L. echidna* (Bohlin) Wille. Teilungsstadium. — D, E *Pilidiocystis endophytica* Bohlin. Teilungsstadien (A, B nach R. Chodat; C—E nach K. Bohlin, 600/1.)

Die Gattung *Lagerheimia* in der obigen Begrenzung stellt eine sehr gemischte Gesellschaft dar, und man besitzt noch nicht die genügende Kenntnis, um die Systematik sicher feststellen zu können. Der Übersicht halber werden die Arten in die folgenden Sektionen eingereiht, die aber vielleicht ebensogut als selbständige Gattungen angesehen werden können.

Sekt. I. *Eulagerheimia* (Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag I, 2, 1909, 58.) Printz emend. (inkl. *Tetraceras* Chod., *Bernardia* Playfair). Die Zellen mit polaren oder auch äquatorialen Stacheln, welche einem basalen knopfförmigen Höcker aufsitzen; sie werden schon innerhalb der Muttermem-

bran entwickelt. Chromatophor eine gebogene Platte mit einem kleinen Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke. Z. B. *L. genevensis* Chodat, *L. wratislawiensis* Schröder (= *Bernardia wratislawensis* [Schröder] Playfair) und *L. Chodati* Bernard (= *Bernardia Chodati* [Bernard] Playfair).

Sekt. II. *Chodatella* (Lemmert. in Hedwigia, Bd. 37, 1898, 309 — als Gattung!) Printz. Zellen mit 4 bis zahlreichen gegen die Basis deutlich verdickten Borsten, ohne basale knopfartige Anschwellung; sie sind entweder nur polar oder über den ganzen Umfang verteilt und sollen sich erst außerhalb der Mutterzelle entwickeln. Chromatophor manchmal mehrere, mit oder ohne Pyrenoid. Z. B. *L. ciliata* (Lagerh.) Chod. (= *Oocystis ciliata* Lagerh. = *Chodatella ciliata* [Lagerh.] Lem.), *L. subsalsa* Lemmert., *L. longiseta* (Lemmert.) Printz und *L. citrifomis* (Snow) Smith.

Sekt. III. *Bohlinia* (Lemmert. in Plöner Forschungsber., Bd. VII [1898] — als Gattung!) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag I, 2 (1909) 59. Stacheln zahlreich rings um die Zelle verteilt, gegen die Basis deutlich verdickt, jedoch ohne basale Verdickung; sie werden schon innerhalb der Mutterzelle entwickelt. Chromatophor 1–4 parietale Platten, ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt Öl. *L. echidna* (Bohl.) Wille (= *Oocystis echidna* Bohl. = *Bohlinia echidna* [Bohl.] Lemmert.).

9. *Franceia* Lemm. in Hedwigia Bd. 37 (1898) 307 (Fig. 77). (Z. T. als *Phythelios* Frenz. u. *Golenkinia* Chod. beschrieben.) — Zellen oval, einzeln oder lose zu Kolonien

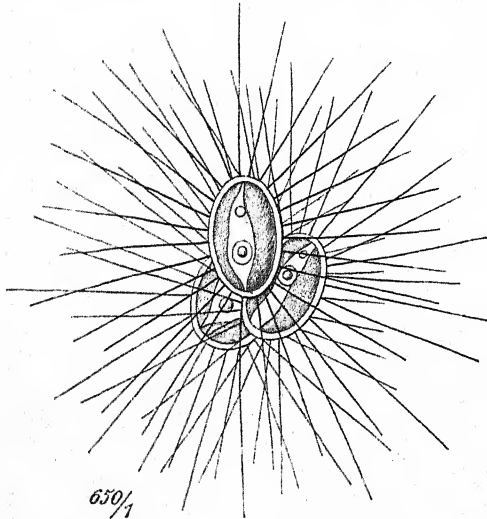


Fig. 77. *Franceia ovalis* (Francé) Lemm. Eine aus drei Zellen bestehende Kolonie. (Nach R. Francé ca. 650/1.)

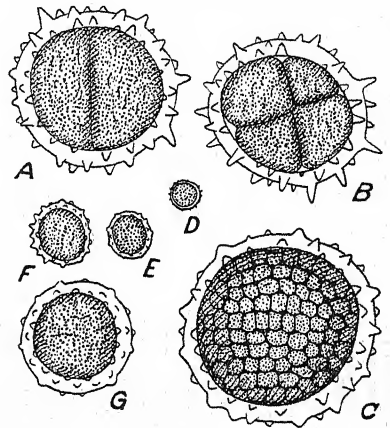


Fig. 78. *Trochiscia granulata* (Reinsch.) Hansg. var. *aerophila* Printz. A–C verschiedene Stadien der Autosporenbildung; D sehr junge Zelle, kurz nach dem Entschlüpfen; E–G ältere Stadien. (Nach H. Printz.)

vereinigt, von einer Gallerthülle umgeben, frei schwimmend, von mehreren langen, an der Basis nicht verdickten Borsten umgeben. 2–3 parietale Chlorophyllplatten, mit oder ohne Pyrenoid. Die Zellen vermehren sich durch Längsteilung des Protoplasmaeibes.

3 Arten in süßem Wasser in Europa und Australien als Plankton, die gewöhnlichste Art ist *F. ovalis* (Francé) Lemm. (= *Phythelios ovalis* Francé = *Golenkinia Francei* Chod.).

10. *Borgea* G. M. Smith in Ark. f. Botanik Bd. 17 (1922) Nr. 13, 2) (Fig. 75 B–E). Zellen kugelig, einzeln, frei schwimmend, mit dünner Membran, von einer festen, hyalinen, gallertartigen Hülle umgeben, welche in 4 (selten 5–8) lange, dicke, von einer breiten Basis sich allmählich verdünnende und zugespitzte Stacheln ausgezogen ist. Wenn 4 Stacheln vorhanden, sind diese entweder pyramidal oder in einer Ebene quadratisch angeordnet. Die zentrale Höhlung der Gallerthülle, die die kugelförmige Zelle umschließt, ist meist quadratisch oder pyramidal, und es entstehen daher kleine, winkelige Räume in den Ecken zwischen der Zellwand und der Hülle. Chromatophor parietal, glockenförmig, mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung in 4 Tochterzellen (Zoosporen?), die durch Zersprengen der Mutterzellmembran in 2 Hälften frei werden.

1 Art, *B. planctonica* Smith als Süßwasserplankton in Schweden.

Anm. Die Vermehrung dieser Alge ist etwas unsicher, indem die wahre Natur der bei der Teilung entstandenen Tochterzellen noch nicht festgestellt ist. Daher bleibt die systematische Stellung dieser Gattung auch etwas zweifelhaft. Sollte es sich zeigen, daß sie sich durch Aplanosporen vermehren, was mir am wahrscheinlichsten ist, so wäre die Gattung in die Unterfam.

Micractiniae einzuordnen. Sollte es sich dagegen ergeben, daß sie Zoosporen wären, muß sie zu den *Tetrasporaceae* gestellt werden. Eine nähere Nachprüfung ist daher dringend erwünscht. Übrigens scheint sie mir eine auffällige habituelle Ähnlichkeit mit *Tetraëdron Schmidlei* (Schroeder) Lemmerm. und mit der Var. *euryacanthum* (Schmidle) Lemmerm. zu besitzen.

11. **Trochiscia** Kützing, Phyc. germ. (1845) 129 (Fig. 78 A—G). (Inkl. *Pleurococcus* Reinsch p. p., Die Algenfl. des mittl. Teiles von Franken [1867] 56; *Acanthococcus* Lagerheim, Bidrag till Sveriges Algflora in Öfvers. Kgl. Sv. Vet. Akad. Förhandl. No. 2 [1883] 62; *Cymatococcus* Hansgirg in Hedwigia [1888] 129; *Glochiococcus* De Toni in Notarisia [1888] 457; *Dictyococcus* Hansgirg, Prodrom. Algenfl. von Böhmen II [1892] 241.) — Die Zellen sind kugelig, einzeln oder bisweilen mehrere in Haufen vereinigt. Membran verhältnismäßig dick, an ihrer Oberfläche mit Warzen, Stacheln oder Leisten besetzt, areoliert. Chromatophor 1 bis mehrere parietale Platten, meist mit Pyrenoid. 1 Zellkern. Durch sukzedane Teilung entstehen 4 bis zahlreiche kugelige Aplanosporen, die anfangs glatt sind und durch Zerfließen oder Zersprengen der Muttermembran frei werden. Sie können direkt zu neuen vegetativen Zellen heranwachsen. Bei gewissen Arten ist auch ein *Pal-mella*-Stadium beschrieben. Die überwinterten Zellen enthalten Öltropfen.

Es werden ungefähr 40 Arten beschrieben, aus Süßwasser, feuchter Erde, Baumstämmen, Felsen,

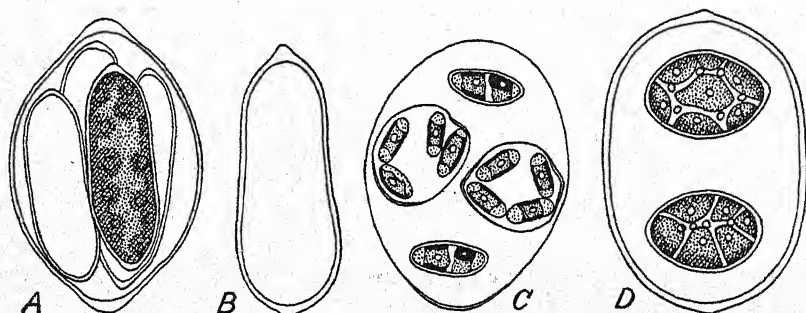


Fig. 79. A, B *Oocystis panduriformis* W. et G. S. West. A 4 Tochterzellen innerhalb der Mutterzellmembran, Inhalt nur in einer Zelle eingezeichnet; B eine freie Zelle. — C *Oocystis submarina* Lagerh. — D *Oocystis lacustris* Chodat. (A, B nach West; C nach Wille, 570/1; D nach Printz, 780/1.)

auch im Meereswasser und auf farbigem Schnee usw., über die ganze Erde verbreitet. Viele der hierher gerechneten Formen, dürften aber keine Selbständigkeit besitzen, sondern in den Entwicklungsstadien anderer Algen, wie *Chlamydomonas*, *Oocystis*, *Pleurococcus* (*Protococcus*) als deren Zygoten oder Ruhestadien gehören. Andere dagegen, wie *T. aspera* (Reinsch) Hansg., *T. hirta* (Reinsch) Hansg., *T. antarctica* Fritsch usw., scheinen selbständige Organismen zu sein. Die ganze Gattung bedarf jedoch dringend einer neuen Bearbeitung. Nach unserer heutigen Kenntnis muß sie zu den Oocystaceen gerechnet werden.

IV. Oocystaceae.

Zellen oval-elliptisch bis spindelförmig, gerade oder gebogen, bisweilen mondsichel-förmig gekrümmt, ohne Stacheln, einzeln oder zu mehreren von den Mutterzellmembranen zusammengehalten. Ein glockenförmiger oder mehrere plattenförmige, parietale Chromatophoren, mit oder ohne Pyrenoid. Aplanosporen (Autosporen) entstehen durch Teilung in 1—2 Richtungen und werden frei durch Sprengung oder Vergallertung der Mutterzellmembran. Mitunter können mehrere Generationen in den älteren, ausdauernden und erweiterten Gallerthüllen eingeschachtelt liegen. Akineten vorhanden.

12. **Oocystis** Nägeli in A. Braun, Alg. unicell. gen. (1855) 94 (Fig. 79 A—D). (Inkl. *Oocystella* Lemmermann, Brandenburgische Algen in Zeitschr. für Fischerei, XI, H. 2 [1903] ? *Conradia* Kufferath, Contrib. à Fl. Alg. du Luxembourg in Ann. de Biologie lacustre, Tom. VII [1914—15] 244, Fig. 4.) — Zellen fast kugelig bis oval-elliptisch oder fast zylindrisch, symmetrisch oder etwas unsymmetrisch, nie gebogen, an den Polen abgerundet oder etwas zugespitzt. Die Membran besteht aus hyaliner Zellulose und ist polar meist etwas verdickt, glatt (nur bei einer Art fein punktiert), aber ohne Stacheln, Warzen oder sonstige Auswüchse. Die Zellen schwimmen entweder einzeln, von einem nur mit Farbstoffen sichtbaren Schleim umgeben, oder zu 2 bis mehreren in einer strukturlosen

Gallertmasse, oder aber sie sind von der Mutterzellmembran umschlossen, welche zuweilen wieder in der Membran einer älteren Muttergeneration stecken kann. 1 bis mehrere, wandständige Chlorophyllplatten, mit ganzem oder sternförmigem gelapptem Rand oder auch netzförmig durchlöchert. Pyrenoid vorhanden oder fehlend. 1 zentraler Zellkern. Vermehrung durch Teilung in 2–3 Richtungen, wodurch 2–16 Autosporen gebildet werden, die zuletzt durch einen Riß oder durch Verschleimung der Mutterzellmembran frei werden. In gewissen Entwicklungsstadien können *Tetraëdron*-Formen als Ruhestadien auftreten. Bei der Keimung treten direkt neue *Oocystis*-Zellen in einer Anzahl von 2–4 innerhalb jeder *Tetraëdron*-Zelle auf. Sie werden durch Bersten der Zellwand frei. Außerdem sind Akineten mit schwach verdickten Wänden und rötlichgelbem, öligem Inhalt bekannt.

Es sind eine ziemlich große Menge *Oocystis*-Arten beschrieben worden, aber von diesen sind nur 33 als gute Arten anzusehen. Die übrigen sind teils nur als Varietäten zu betrachten, oder auch nur so unvollständig beschrieben, daß sie sehr zweifelhaft oder nicht mehr aufklärbar sind. Die meisten von diesen sind wohl zu streichen.

Die *Oocystis*-Arten leben in süßem oder brackischem Wasser, oft als Plankton, und sind über die ganze Erde verbreitet.

Sekt. I. *Oocystella* (Lemmermann in Zeitschr. f. Fischerei u. d. Hilfsw. 1903 — als Gattung!) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtr. I, 2 (1909) 58. (Inkl. Sekt. *Oocystopsis* Lemmerm.) Chromatophor mit Pyrenoid. *O. natans* (Lemmerm.) Wille (= *Oocystella natans* Lemmerm.) und *O. arvernensis* R. et F. Chodat.

Sekt. II. *Euoocystis* (Lemmerm. l. c.) Wille l. c. Chromatophor ohne Pyrenoid. Z. B. *O. Naegeli* A. Br., *O. solitaria* Wittr. und *O. elliptica* W. West.

Anm. Die systematische Stellung der von Kufferath 1914–15 beschriebenen Alge *Conradia incrustans* ist etwas unsicher, solange ihre Vermehrung unbekannt ist. Der Aufbau der vegetativen Zellen stimmt jedoch mit *Oocystis* ganz überein, und ich habe sie daher jedenfalls interimistisch hierher gerechnet.

13. *Ecdysichlamys* G. S. West in Ann. South Afric. Mus. Vol. IX (1912) 76 (Fig. 80 A–G). — Zellen länglich-elliptisch, schief, eine Seite schwach konvex, die andere fast halbkreisförmig, an jedem Pol mit einem winzigen, fast unsichtbaren Zähnen besetzt. Membran fest, unendlich geschichtet, die äußeren Schichten ± unregelmäßig sich ablösend. Die Zellen sind, in ein einschichtiges ausgebreitetes Gallertlager eingebettet, dem Substrat aufgelagert. Chromatophor parietal, einzeln, groß, fast die ganze Zellwand ausfüllend, mit 1 (selten 2) Pyrenoiden und zahlreichen kleinen Körnern. Zellkern 1, meist seitlich angeordnet. Vermehrung durch simultane Längs- und Querteilung in 2–4 Autosporen.

Nur 1 Art, *E. obliqua* G. S. West auf feuchtem Sandboden in Angola.

14. *Nephrocystium* Nägeli, Gattung. einzell. Alg. (1849) 80 (Fig. 80 H–N). (Inkl. *Hydrocystis* Turner, The Freshwater Algae of East India in Kgl. Sv. Vetensk.-Akad. Handl. Bd. 2, No. 5 [1892] 157, Pl. XX, 27; *Selenococcus* Schmidle et Zacharias, Zur Kenntn. nied. Flora und Fauna holstein. Moorstümpfe in Forschungsber. aus der Biol. St. zu Plön, Bd. X [1903] 231, Tab. II, 5; ? *Gloeocystopsis* Smith, New or interest. algae from the lakes of Wisconsin in Bullet. Torrey bot. Club, Vol. 43 [1916] 474, Pl. 24, Fig. 12.) — Zellen rundlich-oval-elliptisch bis wurst- oder nierenförmig, meist schief oder etwas gekrümmt, zu 2–16 innerhalb der erweiterten, frei schwimmenden Membran der Mutterzelle peripherisch angeordnet. Chromatophor eine gebogene, wandständige Platte mit seitlichem Ausschnitt,

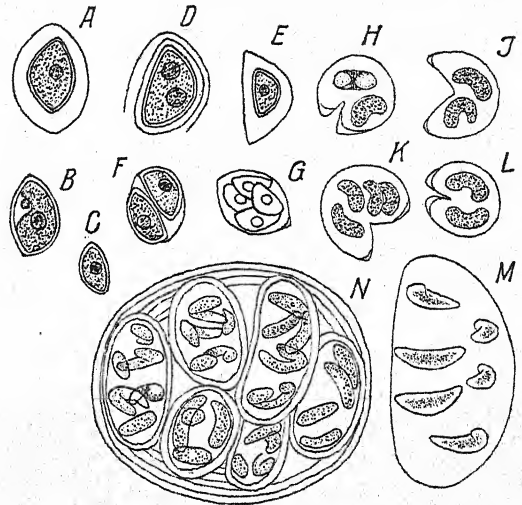


Fig. 80. A–G *Ecdysichlamys obliqua* G. S. West. A–E einzelne Zellen, teils mit Hülle, deren Ablösung zeigend; F, G Autosporenbildung. — H–L *Nephrocystium willmannii* Printz. Zweit- und vierzellige Kolonien. — M *Nephrocystium lunatum* West. — N *Nephrocystium Agarthianum* Näg. (A–G nach West, 800/1; H–L nach Printz, 1050/1; M nach West; N nach Chodat.)

enthält 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Teilungen in 1—3 Richtungen des Raumes, die Tochterkolonien werden frei durch Vergallertung oder stückweise Zersprengung der Mutterzellmembran. Es bleiben öfter mehrere Generationen in einer erweiterten, persistierenden, älteren Hülle vereinigt.

9 Arten in Süßwasser über die ganze Erde verbreitet. Die meisten kommen als Planktonten vor.

Inwieweit die von G. M. Smith beschriebene *Gloeocystopsis limneticus* zu *Nephrocystium* gehört, läßt sich z. Z. nicht sicher entscheiden. Sie hat eine morphologische Ähnlichkeit mit *Nephrocystium*, und nach der Koloniform zu urteilen, erscheint mir die Annahme am wahrscheinlichsten, daß sie sich durch Aplanosporen vermehrt. Sollte es sich dagegen zeigen, daß sie Zoosporen hat, muß sie zu den *Tetrasporaceae* gestellt werden.

15. Kirchneriella Schmidle in Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 7 (1893) 82 (Fig. 81 A—B). (Inkl. *Selenastrum* Reinsch p. p., Algenfl. von Franken [1867]; *Rhaphidium* Kirchner, Algenfl. von Schlesien [1878] 114; *Selenoderma* Bohlin, Die Algen der ersten Regnell'schen Exped. in Bihang till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Tom. XXIII, No. 7 [1897], Tab. I, Fig. 31—35.) — Die Zellen sind gekrümmt, mondsichel- oder halbmondförmig, mit spitzen oder mehr abgerundeten Enden. Zellhaut dünn. Die Zellen liegen, regellos oder

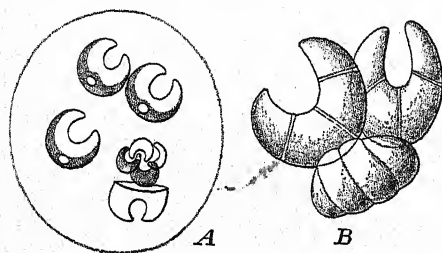


Fig. 81. A, B *Kirchneriella lunaris* (Kirchn.) Möb.
A eine Familie von 4 Zellen, wovon die eine eine Tochterfamilie bildet; B Teilungsstadium.
(Nach R. Chodat.)

mit der konkaven Seite nach derselben Richtung, aber nie verwachsen, in einem formlosen Gallertlager, das mitunter von der erweiterten Mutterzellmembran eingeschlossen wird. Kolonien 2—vieltellig. Der Chromatophor ist eine wandständige Platte mit oder ohne Pyrenoid. Die Vermehrung geschieht durch quer- oder kreuzweise Teilungen, und die Tochterzellen (Autosporen) wachsen dann gegeneinander schieb aus. Sie bleiben entweder in der erweiterten Mutterzellmembran eingeschlossen, oder sie werden durch Bersten des konvexen Teiles derselben frei und umgeben sich dann mit einer Gallertkapsel.

12 Arten in süßem Wasser in allen Weltteilen. Die typische Art ist *K. lunaris* (Kirchn.) Möb. (= *Rhaphidium convolutum* [Corda] Rabenh. var. *lunare* Kirchn. = *K. lunata* [Kirchn.] Schmidle).

Diese und die vorhergehende Gattung sind miteinander durch mehrere Arten verbunden. So sind *Nephrocystium Willeaume* Printz mit *Kirchneriella subsolitaria* G. S. West nahe verwandt, und die erstere könnte man vielleicht ebensogut als eine Art von *Kirchneriella* auffassen.

V. Gloeotaenieae.

Die runden bis ellipsoidischen Zellen meist zu 2 oder 4 in charakteristischen flachen oder tetraedrischen Kolonien vereinigt. Die Kolonien haben eine dicke gallertige Membran mit sehr eigentümlichen bandförmigen Inkrustationszonen. Chromatophor 1, muldenförmig, meist mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Aplanosporen, die durch Bersten der Mutterzellhaut frei werden und sofort wieder neue Kolonien bilden. Akineten unbekannt.

16. Gloeotaenium Hansgirg in Sitzber. k. böhm. Ges. d. Wiss. Prag (1890) 10 (Fig. 82 A—C). — Zellen meist zu 2 oder 4 (sehr selten zu 8 oder noch mehreren) zu flachen oder tetraedrischen Kolonien vereinigt. Die Kolonie hat eine dicke, gallertige Membran mit sehr charakteristischen grauen bis tiefschwarzen, bandförmigen Inkrustationszonen, die durch Einlagerung von doppeltbrechendem Kalzit (kohlensaurem Kalk in feinstkristalliner Form) in die obersten Schichten der Mutterzellmembran zustande kommen, und zwar in der Form, in der die Teilung stattgefunden hat. Bei 2zelligen Kolonien bildet sie daher ein Querband, bei 4zelligen entsprechend der Lagerung der Zellen die Form eines schiefen Kreuzes. An den beiden schmälern Enden wie auch in der Mitte der Breitseite befinden sich scharf differenzierte, meist dunkelgefärbte Polkammern. Sie entstehen in der Weise, daß die sehr junge Koloniemembran über dem Pol der soeben gebildeten Tochterzelle sich etwas von der darunterliegenden Zellmembran abhebt, so daß zuerst eine feine schlitzförmige Spalte entsteht, die sich mit der Zelle vergrößert. Bald findet auch eine Abscheidung von feinen rundlichen bis stäbchenförmigen Konkrementen in diese Pol-

kammern hinein statt. Die Einzelzellen sind ellipsoidisch, selten ganz kugelig, mit scharf begrenzter, ziemlich kräftiger, 2—mehrschichtiger Membran. Chromatophor in jeder Zelle 1, groß und muldenförmig; 1 Pyrenoid ist meistens deutlich zu sehen (selten mehrere). Assimilationsprodukt ist Stärke, die in Form kleiner Granula die Zellen mitunter ganz ausfüllen kann. Die Vermehrung geschieht dadurch, daß die Zellen sich in 2 oder 4 Tochterzellen teilen, welche ihrerseits sofort wieder eine Kolonie bilden. Sie werden durch Bersten der Mutterhülle frei und schreiten dann als freie Einzelzellen zur Teilung und Koloniebildung. Sie können auch eine Zeitlang innerhalb der Mutterhülle liegenbleiben, in der sie diesen Prozeß durchmachen, und kommen erst später als junge Kolonie ins Freie. Aus den Zellen 2zelliger Kolonien scheinen ziemlich regelmäßig wieder 2zellige, aus denjenigen 4zelliger wieder 4zellige Kolonien hervorzugehen.

Gegen Ende der Vegetationsperiode können die Zellen in dickwandige Ruheakineten direkt übergehen.

2 Arten im Süßwasser, gern in sumpfigen, moorigen Gewässern. *G. Loitlesbergerianum* Hansg. ist die häufigste, hat eine kosmopolitische Verbreitung.

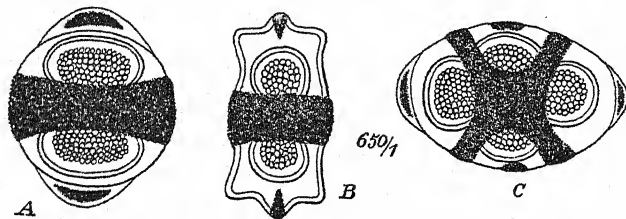


Fig. 82. *Gloeotaenium Loitlesbergerianum* Hansg. A, B zweizellige Kolonie von verschiedenen Seiten gesehen; C vierzellige Kolonie. (Nach Stockmayer.)

Die Gattung *Gloeotaenium* hat ein schwankendes Dasein geführt und ist von den einzelnen Autoren zu den verschiedensten Teilen des algologischen Systems gebracht worden. Nach ihrer Vermehrung zu urteilen, muß sie jedoch zu den Oocystaceen gestellt werden, obwohl sie durch den eigentümlichen Aufbau der Kolonien etwas isoliert steht.

VI. Tetraëdreace.

Eckige, lappige bis tief eingeschnittene oder spindelförmige Zellen, die einzeln liegen (oder sehr selten mehrere lose zusammen), mit oder ohne Stacheln. Der Chromatophor besteht aus einer oder mehreren wandständigen Platten mit oder ohne Pyrenoide. Autosporen entstehen durch Teilungen in 2—3 Richtungen und werden durch Aufbersten der Mutterzellmembran frei.

17. **Tetraëdron** Kützing, Phyc. german. (1845) 129 (Fig. 83 A—F). (Inkl. *Astericium* Corda. Alm. de Carlsbad [1834—40] 236; *Staurastrum* Ralfs p. p., Brit. Desm. [1848] 140; *Polyedrium* Nägeli, Gatt. einzell. Algen [1849] 83; *Closteridium* Reinsch, Familiae Polyedriarum Monogr. in Notarisia, Vol. III [1888] 510; *Reinschiella* De Toni, Sylloge Algarum I [1889] 612; *Pseudostaurastrum* Hansgirg in Hedwigia [1888], H. 5—6, 6 et in Prodrumus Algenfl. von Böhmen II [1892] 232; *Staurophanum* Turner, The Freshwater Algae of East India in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 2, No. 5 [1892] 159, Pl. XX, 20—22; *Dichotomum* W. et G. S. West p. p., On some North American Desmid. in Trans. Linn. Soc. Ser. II, Vol. 5 [1896]; *Polyedriopsis* Schmidle, Algol. Not. X in Allgem. bot. Zeitschrift [1898] No. 1; *Treubararia* Bernard, Protococc. et Desmid. Java in Depart. de l'Agricult. aux Indes Néerlandaises [1908] 170). — Zellen einzeln frei lebend (nach der Teilung können ausnahmsweise einige Individuen lose zusammenhängen), sehr verschieden gestaltet, 3—vieleckig, gelappt oder ungelappt, spindelförmig, mit oder ohne lange Arme oder Fortsätze, welche einfach oder mehrfach verzweigt sein können. Die Membran kann glatt sein oder granuliert, mit Warzen oder Stacheln besetzt. Chromatophor meist eine große wandständige, gebogene Platte, mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch simultane Teilung in 2—3 Richtungen, wodurch eine Zahl von Autosporen, von ungefähr derselben Form wie die Mutterzelle, gebildet werden. Der Austritt erfolgt durch einen Riß in der Mutterzellhaut, und die jungen Tochter-

zellen sind anfangs von einer gemeinsamen, zarten, später verschleimenden Blase umgeben. Akineten mit bräunlichem Inhalt und Öltropfen kommen vor.

Etwa 65 Arten sind beschrieben aus süßem oder brackigem Wasser, teils als Plankton, in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Polyedrium* (Nägeli, Gattung einzell. Alg., 1849, 83 — als Gattung!) Hansgirg in Hedwigia, 1888, H. 5—6. Der Rumpf der Zelle deutlich hervortretend, mit 3 bis mehreren Ecken, ohne oder mit kurzen, einfachen Stacheln. Z. B. *T. caudatum* (Corda) Hansg. (= *Astericum caudatum* Corda).

Sekt. II. *Closteridium* (Reinsch in Notarisia, Vol. III, 1888, 510 — als Gattung!) (inkl. *Reinschiella* de Toni) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag I, 2, 1909, 60. Der Rumpf der Zelle deutlich, schief spindelförmig mit einem einfachen Stachel an jedem Ende. Z. B. *T. lunula* (Reinsch) Wille (= *Closteridium lunula* Reinsch. = *Reinschiella lunula* (Reinsch) de Toni).

Sekt. III. *Polyedriopsis* (Schmidle in Allgem. bot. Zeitschr. 1898, No. 1 — als Gattung!) Wille l. c. 60. Der Rumpf der Zelle deutlich, die Zelle mehreckig und jede Ecke mit mehreren langen Stacheln. Z. B. *T. spinulosum* Schmidle (= *Polyedriopsis spinulosum* Schmidle).

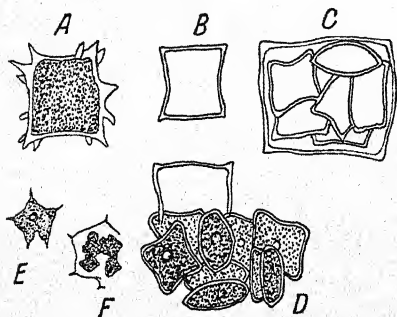


Fig. 83. A *Tetraëdron horridum* W. et G. S. West. — B—D *Tetraëdron minimum* (A. Br.) Hansg. — E, F *Tetraëdron caudatum* (Corda) Hansg. E vegetative Zelle; F in Autosporenbildung. (A nach Printz, 780/1; B—D nach G. M. Smith, 1000/1; E, F nach G. S. West, 450/1.)

Sekt. IV. *Pseudostaurastrum* Hansgirg in Hedwigia, 1888, H. 5—6, 6 (inkl. *Staurastrum* Turn.). Der Rumpf der Zelle etwas undeutlich, die Ecken einfach oder wiederholt lappig, mit oder ohne Stacheln. Z. B. *T. cruciatum* (Wallich) Wille (= *Staurastrum cruciatum* [Wallich] Turner).

Eine größere Zahl der zur Gattung *Tetraëdron* gestellten Formen sind nur Entwicklungsstadien anderer Algen, z. B. von *Hydrodictyon*, *Pediastrum* und *Oocystis*. Ebenfalls sind einige der zur Sekt. *Closteridium* gestellten Formen wohl nur Ruhestadien und Cysten von Peridineen und ähnlichen Flagellaten. Wieviele von den jetzt beschriebenen Arten als selbständige Organismen aufzufassen sind, läßt sich deshalb zur Zeit nicht sicher sagen. Mit Sicherheit ist Autosporenbildung nur bei folgenden Arten nachgewiesen: *T. caudatum* var. *punctatum*, *T. minimum*, *T. punctulatum*, *T. regulare*, *T. reticulatum*, *T. trigonum* var. *tetragonum*.

An m. *Cerasterias* Reinsch in Algenfl. Frankens 1867, 68, wird gewöhnlich als eine Sektion von *Tetraëdron* aufgeführt, ist aber ein farbloser Organismus, dessen beide Arten ich mehrmals in Norwegen gefunden habe. Sie ist keine Alge, sondern gehört wahrscheinlich den Pilzen (= *Tetradiadium Marchallianum* de Wildem.) an, und ich habe sie daher aus dem System der Chlorophyceen ausgeschlossen.

Ungenügend bekannte Gattungen oder Gattungen von unsicherer systematischer Stellung.

1. *Acanthosphaera* Lemmerm., Forschungsber. biol. Stat. Plön, Bd. VII (1898) 118 (Fig. 84 A). — Zellen kugelig, meist einzeln, nur nach der Autosporenbildung zu 2 oder 4 beisammen. Membran dünn oder ziemlich dick, mit oder ohne Schleimhülle, mit 24 oder seltener mit 48 (?) Stacheln bedeckt. Stacheln mit einer basalen, deutlich abgegrenzten Verdickung, die $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ des Zelldurchmessers lang ist. Chromatophor glockenförmig, nicht selten in Lappen zerteilt, mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch 2, 4 oder 8 zweifelhafte Zoosporen mit 1 oder 2 Stigmen und 2 oder 4 kontraktile Vakuolen, oder durch 2 oder 4 Autosporen, die entweder lange in der Mutterzelle beisammen bleiben und dann keine Stacheln ausbilden, oder frühzeitig austreten und dann Stacheln besitzen. Autosporenbildung unvollständig bekannt.

Einzige Art, *A. Zachariasi* Lemmerm. planktonisch in Mitteleuropa und Nordamerika.

An m. Ich stelle die Gattung *Acanthosphaera* vorläufig an diese Stelle. Mehrere Umstände scheinen anzudeuten, daß die Gattung zu den Heteroconten gehört. Nach den Abbildungen von Geitler in Österr. bot. Zeitschr., Bd. 73, 1924, Fig. 5 a, scheinen die Zoosporen auch ungleich lange Geißeln zu besitzen.

2. **Echinospaeridium** Lemmerm. in Ark. f. Bot. Bd. 2 (1904) 113 (Fig. 84 B). — Zellen kugelig, einzeln, ohne Gallerthülle. Membran aus Zellulose, gleichmäßig mit langen Stacheln besetzt, welche an der Basis von einer hyalinen, kegelförmigen Gallerthülle umgeben sind. Die Stacheln sind solide, deutlich gegen die Spitze zu verdünnt, entspringen auf der Membran und durchbohren den basalen Hüllkegel an der Spitze. Chromatophor parietal mit Pyrenoid. Zellkern seitenständig. Vermehrung nicht beobachtet.

Nur 1 Art, *E. Nordstedti* Lemmerm. als Süßwasserplankton in Europa. Gehört möglicherweise zu den Heteroconten.

3. **Echinospaerella** G. M. Smith in Wisconsin Geol. Nat. Hist. Survey Nr. 57 (1920) 128 (Fig. 75 F—G). — Zellen kugelig, einzeln. Membran dünn mit zahlreichen langen dicken, hyalinen Stacheln dicht bedeckt, die von einer breiten Basis sich gegen die Spitze allmählich verdünnen. Chromatophor glockenförmig, parietal mit 1 Pyrenoid. Vermehrung bisher nicht bekannt.

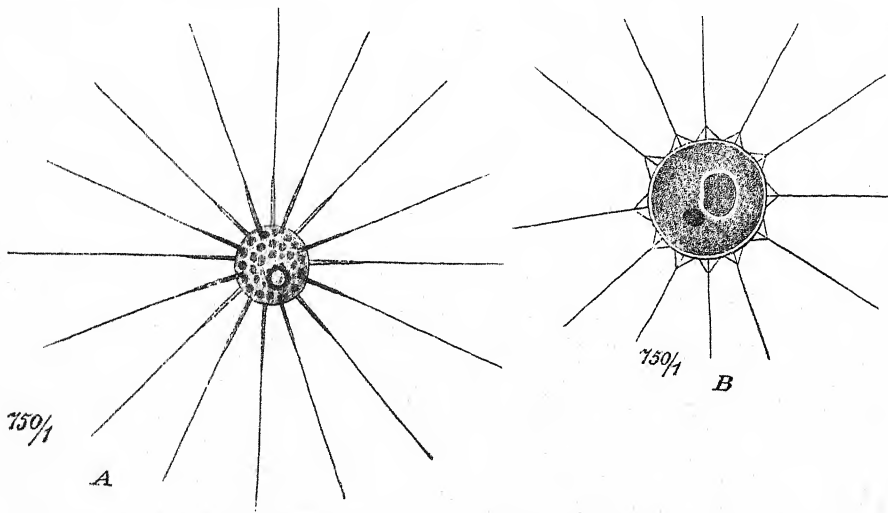


Fig. 84. A *Acanthosphaera Zachariasii* Lemm. — B *Echinospaeridium Nordstedti* Lemm. (Nach E. Lemmermann, 750/1.)

Von der vorhergehenden hauptsächlich dadurch verschieden, daß die Stacheln in der ganzen Länge vollständig homogen und kompakt sind.

1 Art *E. limnetica* Smith. Planktonform, aus Schweden und Nordamerika bekannt.

4. **Pachycladon** G. M. Smith in Roosevelt Wild Life Bull. Vol. II, 2 (1924) 137 (Fig. 85 A, B). — Zellen einzeln, fast kugelförmig, frei schwimmend, mit dünner Membran, die mit 4 in einer Ebene quadratisch (nur sehr selten tetraedrisch) angeordneten Stacheln versehen ist. Gallerthülle fehlt. Die Stacheln sind dunkelbraun, sehr stark, am breitesten an der Basis, gegen die Spitze allmählich schmaler werdend, am Ende stumpf, zweigeteilt. Chromatophor glockenförmig parietal, ohne Pyrenoid. Vermehrung unbekannt.

1 Art, *P. umbrinus* G. M. Smith, bisher nur aus Süßwasser in Nordamerika bekannt.

Anm. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß eine nähere Verwandtschaft mit der von Playfair im Jahre 1918 beschriebenen *Bernardia tetraedrica* besteht. (Playfair, New and rare freshwater Algae in Proceed. Linnean Soc. of N. S. Wales, Vol. XLIII, S. 533, Fig. 12, Pl. LVII). Dagegen gehört *Bernardia Chodati* (Bernard) Playfair zur Gattung *Lagerheimia*.

5. **Calyptribactron** Geitler in Österreich. Bot. Zeitschr. Bd. 73 (1924) 255 (Fig. 86). — Zellen stäbchenförmig, an den Enden abgerundet; Chromatophor parietal, mit Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke. Zelle samt Membran in einer zweiten, sehr zarten, membranartigen Hülle, die an den Enden in je einen hohlen, stachelartigen Fortsatz ausgezogen ist. Äußere Hülle der Zelle dicht anliegend, im Alter manchmal absteheend und mit Längsstreifen. Vermehrung durch 4 2geißelige Zoosporen mit Stigma.

1 Art, *C. indutum* Geitler planktonisch in einem Warmhausbecken der Biologischen Station in Lunz.

Die Gattung zeigt eine gewisse Ähnlichkeit sowohl mit *Desmatractum plicatum* W. et G. S. West wie *Nannokloster belonophorus* Pascher. Da die zwei letztgenannten Gattungen auch nicht vollständig bekannt sind, läßt sich zur Zeit kaum mit Sicherheit ausmachen, ob die Ähnlichkeit nur eine äußere morphologische ist. Um die systematische Stellung dieser Alge ins klare zu bringen, ist eine Untersuchung ihrer Entwicklung und besonders der Natur und Entstehungsweise der äußeren Hülle erforderlich. Mit den morphologisch ähnlichen Gattungen *Ankistrodesmus* und *Keratococcus* hat sie wahrscheinlich nichts zu tun. Es ist dagegen nicht ausgeschlossen, daß sie eine heteroconte Form darstellt.

6. **Conococcus** Carter in The Annals and Magazine of Natural History, Vol. IV, Ser. IV (1869) 432 (Fig. 85 C–F). — Zellen kugelig, einzeln oder in jungen Stadien zu 4–mehrzelligen Kolonien von \pm bestimmter Form vereinigt. Membran zart, mit einem

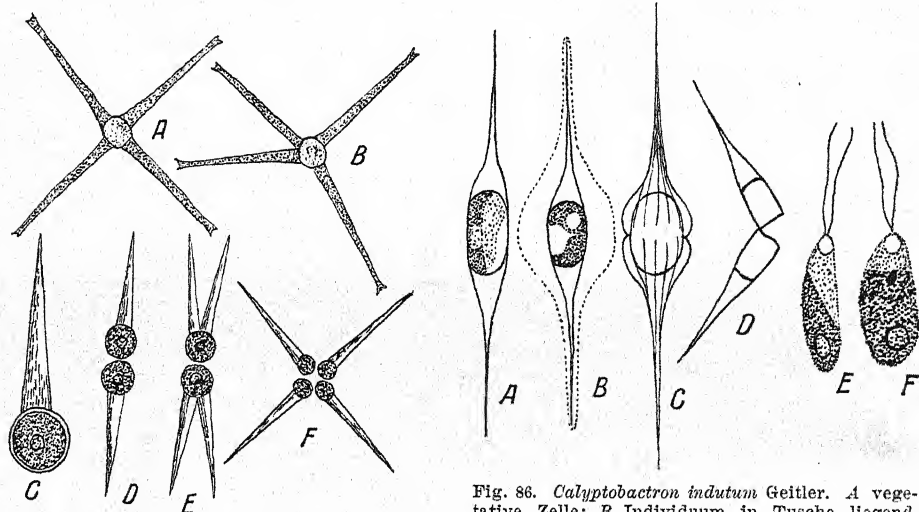


Fig. 85. A, B *Pachycladon umbrinus* G. M. Smith. Zwei Zellen von oben gesehen. — C–F *Conococcus elongatus* H. J. Carter. C einzelne Zelle; D–F werden als verschiedene Vermehrungsstadien angegeben. (A, B nach Smith; C–F nach Carter.)

Fig. 86. *Calyptobactron indutum* Geitler. A vegetative Zelle; B Individuum in Tusche liegend, die Schleimhülle zeigend; C alte Zelle mit abgehobener, längsgestreifter Hülle, Zellinhalt nicht eingezeichnet; D Membran nach dem Austritt der Zoosporen; E, F Zoospore von der schmalen und breiten Seite gesehen. (Nach L. Geitler, A–D 1500/1, E, F 2000/1.)

großen, dicken, kegelförmigen, gegen das Ende scharf zugespitzten, farblosen Stachel versehen. Chromatophor grün; mitunter erstreckt sich der Zellinhalt in den Stachel hinein. Über die Vermehrung ist nichts Sicheres bekannt.

1 Art, *C. elongatus* Carter in Süßwasser in Indien.

7. **Pilidiocystis** Bohlin in Bih. K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 23, III, Nr. 7 (1837) 15 (Fig. 75 D–E). — Zellen eiförmig, von einer dünnen, farblosen, nicht aus Zellulose bestehenden Membran umgeben, welche am spitzen Ende verdickt und braun gefärbt ist. Am breiten Ende 1–2 Stacheln mit basaler, knopfförmiger Verdickung. 1 (?) Chromatophor mit 1 Pyrenoid liegt im schmäleren Teil der Zelle. Assimilationsprodukt Stärke. Vermehrung durch Teilung in 2–4 Autosporen, welche durch Verquellen des hyalinen Teiles der Mutterzellhaut frei werden. Dauerzelle wahrscheinlich vorhanden.

Nur 1 Art, *P. endophytica* Bohlin (= *Lagerheimia endophytica* [Bohlin] Wille) in der Gallerte von *Rivularia nidulans* und anderen Myxophyceen in Südamerika.

8. **Thamniastrum** Reinsch in Notarisia, Vol. III (1888) 513. — Zellen vereinzelt freischwimmend, meist mit 6 aus einem Zentrum ausstrahlenden Armen, die wiederholt dichotom oder trichotomisch verzweigt sind. Endzweige 2teilig. Sonstiges unbekannt.

Nur 1 Art, *T. cruciatum* Reinsch, in Süßwasser in Nordamerika.

Die Gattung wird gewöhnlich in die Nähe von *Tetraëdron* gestellt, aber ihre systematische Stellung ist sehr unsicher.

9. **Planktosphaeria** G. M. Smith in Transact. Wisconsin Acad. Arts Lettr. Vol. XIX (1918) 627. — Die kugeligen Zellen erst einzeln, später zu mehreren unregelmäßig in einer großen, ungeschichteten Gallerthülle eingelagert. Chromatophoren in den erwachsenen Zellen mehrere parietale Platten, jeder mit 1 Pyrenoid. In den jüngsten Zellen ist der Chromatophor eine parietale Glocke, die sich aber gleichzeitig mit dem Zellenwachstum in mehrere Platten teilt. Die Vermehrung geschieht dadurch, daß größere Kolonien in kleinere Tochterkolonien zerfallen. Weiteres nicht bekannt.

1 Art, *P. gelatinosa* G. M. Smith, als Plankton in Nordamerika.

Der Autor der Gattung hat sie unter die *Tetrasporaceae* in die Nähe von *Gloeococcus* gestellt. Da bisher keine Zoosporen gefunden sind, halte ich dies für unsicher. Nach unseren heutigen Kenntnissen über diese Alge muß sie eher unter die Oocystaceen eingereiht werden.

Farblose Nebenformen der Oocystaceen (Protothecaceae).

Wichtigste Literatur: A. Hansgirg, Über neue Süßwasser- und Meeres-Algen u. Bakterien (Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wissenschaften, M. N. Cl. I, Prag 1890). — W. Krüger, Beitr. z. Kenntn. d. Organismen d. Saftflusses d. Laubbäume (Beitr. z. Phys. u. Morph. niederer Organismen. Hg. von W. Zopf, H. 4, Lpz. 1894). — N. Wille, Algologische Notizen XIV. Über *Cerasterias nivalis* Böhlin (Nyt Mag. f. Naturvidenskaberne, Bd. 41, Kristiana 1903). —

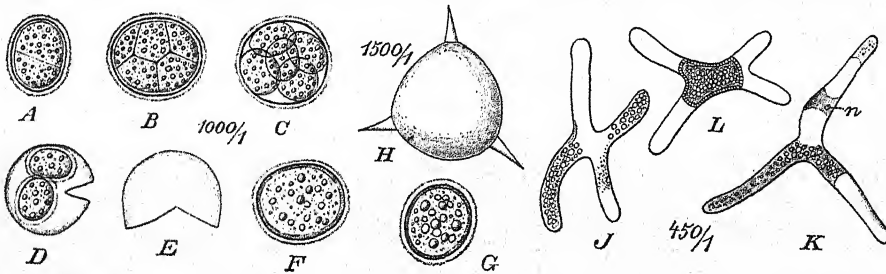


Fig. 87. A—G *Prototheca moriformis* Krüg. A—C Bildung von Autosporen; D, E Entleerung der Autosporen; F, G ruhende Aplanosporen. — H *Mycotetradron cellare* Hansg. — J—L *Chionaster nivalis* (Böhlin) Wille. J, K vegetative Zellen; L Zelle mit Aplanospore. (A—G nach W. Krüger, 1000/1; H nach A. Hansgirg, 1500/1; J—L nach N. Wille, 450/1.)

M. W. Beijerinck, *Chlorella variegata*, eine bunte Mikrobe (Recueil d. Trav. Botan. Neerlandais No. 1, Nimègue 1904). — R. Chodat, Monographies d'Algues en Culture pure (Matériaux pour la Flore cryptogamique Suisse, Bern 1913).

Es sind einige farblose Organismen beschrieben, die sich in ähnlicher Weise an die Oocystaceen anschließen, wie früher bei den Volvocineen und Tetrasporaceen für einige andere Formen angenommen wurde. Ich bin geneigt, diese Organismen als farblose, saprophytisch sich ernärende Formen anzusehen, die von chlorophyllgrünen abstammen, aber durch organische Ernährung, teilweise auch durch Lichtabschluß dazu gezwungen sind, ihre holophytische Ernährung aufzugeben und infolgedessen auch die Organe für die holophytische Ernährung (das Chlorophyll) verloren haben.

Immerhin ist die Entwicklungsgeschichte dieser Formen meistens noch zu wenig bekannt, um zur Zeit etwas Entschiedenenes über diese hypothetische Abstammung sagen zu können; nur bei der Gattung *Prototheca* Krüger läßt sich die nahe Verwandtschaft (als saprophytische Reduktionsform) zu *Chlorella* Beijer. sicher begründen. *Chlorella variegata* Beijer. und andere Arten besitzen bekanntlich Rassen, welche bei Kultur auf organischer Unterlage das Chlorophyll ganz oder teilweise einbüßen. Sie können bald grün, bald farblos auftreten und vermitteln daher den Übergang.

1. **Prototheca** Krüger in Zopf, Beitr. z. Phys. u. Morph. niederer Organismen Heft 4 (1894) 69 (Fig. 87 A—G). — Zellen farblos, kugelig oder ein wenig oval bis birnförmig, meistens mehrere von Schleimmassen umgeben, ohne Chromatophore und Pyrenoide, enthalten aber 1 Zellkern und Öltropfen. Vermehrung durch 2 bis mehrere Autosporen, die durch einen Riß in der Mutterzellmembran frei werden. In ähnlicher Weise werden auch ruhende Aplanosporen mit dicker Membran und reichem Inhalt gebildet. Zoosporen fehlen.

2 Arten, *P. moriformis* Krüg. im Saftflusse der Linde und *P. Zopfii* Krüg. im Saftflusse der Ulme in Europa gefunden.

2. **Mycotetraëdron** Hansg. in Sitzber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Prag (1890) (Fig. 87 H). — Zellen einzeln, farblos, rundlich viereckig, die Ecken tetraedrisch gestellt und mit je einem geraden, farblosen, kegelförmigen Stachel versehen. Vermehrung unbekannt.

Nur 1 Art, *M. cellare* Hansg. auf feuchten Mauern in einem alten Weinkeller in Prag.

Anm. Dieser Organismus ist zu wenig genau untersucht, um etwas Sicheres über seine Entwicklung und systematische Stellung sagen zu können. Wahrscheinlich ist die Gattung als eine saprophytische Form von *Tetraëdron* aufzufassen.

3. **Chionaster** Wille in Nyt Mag. f. Naturvidensk. Bd. 41 (1903) 174 (Fig. 87 J—L). (*Cerasterias* Böhlin [non Reinsch], Snöalger från Pite Lappmark in Botaniska Notiser [1893] 43.) — Zellen einkernig mit 3—5 abgestumpften Zweigen ohne Chlorophyll und Stärke, enthalten aber Öltropfen (?). In jeder Zelle kann eine verschieden geformte Aplanospore mit dicker Wand ausgebildet werden, nachdem der Zellinhalt sich ungefähr inmitten der Zelle konzentriert und von den entleerten Zweigen durch Zellwände abgegrenzt hat.

Nur 1 Art, *C. nivalis* (Böhl.) Wille (= *Cerasterias nivalis* Böhlin) auf dem ewigen Schnee der europäischen Hochgebirge.

Anm. Über die systematische Stellung der Gattung *Chionaster* kann man sich schwer eine sicher begründete Meinung bilden, da nur unbewegliche vegetative Zellen und Aplanosporen bekannt sind. Ich bin vorläufig geneigt, *Chionaster* als eine von *Tetraëdron* abstammende, saprophytisch reduzierte Form aufzufassen.

Coelastraceae.

Mit 17 Figuren.

Wichtigste Literatur: F. Kützinger, *Species Algarum*, Lipsiae 1849. — C. Nägeli, *Gattungen einzelliger Algen*, Zürich 1849. — A. Braun, *Betracht. üb. Verjüng. in der Natur*, Leipz. 1851; *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita*, Lipsiae 1855. — G. Fresenius, *Über die Algengattungen Pandorina, Gonium und Raphidium* (Abhandl. d. Senckenb. Gesellsch., B. 2, Frankfurt a. M. 1856). — De Bary, *Untersuch. üb. d. Fam. d. Conjugaten*, Leipz. 1858. — P. Reinsch, *Die Algenflora d. mittl. Teiles von Franken*, Nürnberg 1867. — L. Rabenhorst, *Flora europaea Algarum*, III, 1868, S. 23—65. — F. Cohn, *Desmidiaceae Bongoenses* (Festschr. d. Naturf. Gesellsch. z. Halle, 1879). — P. Wright, *On a new Genus and Species of unicellular Algae* (Transact. of Roy. Irish Academy, Vol. 28, Dublin 1881). — G. Lagerheim, *Bidr. t. kän. om Stockholmstraktens Pediatreer, Protococcaceer och Palmellaceer* (Öfversigt af Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1882, No. 2); *Bidrag t. Sveriges Algflora* (Öfversigt af Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1883, No. 2). — G. Klebs, *Über die Organisation einiger Flagellatengruppen* (Unters. a. d. bot. Inst. z. Tübingen, Bd. 1, Leipz. 1883). — J. de Toni, *Sylloge Algarum*, I, Patavii 1889, p. 655—707. — G. Lagerheim, *Contribuciones a la flora algologica del Ecuador* (Anales de la universidad de Quito, Ser. 4, No. 27, 1890). — E. de Wildeman, *Le genre Scenedesmus Meyen* (Notarisia 1893). — R. Chodat, *Mat. serv. l'Hist. d. Protococcoidées II. V.* (Bull. l'Herb. Boissier, T. 3, 4. Genève 1894—96); *Derselbe et O. Malinenco, Sur l. Polymorphisme du Raphidium Braunii et de Scenedesmus caudatus Corda* (Bull. l'Herb. Boissier, T. 1, Genève 1893). — K. Böhlin, *Die Algen d. ersten Regnell'schen Expedition I.* (Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 23, Afd. III, No. 7, Stockh. 1897). — B. Schröder, *Attheya, Rhizosolenia u. andere Planktonorganismen* (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. XV, Berlin 1897); *Über das Plankton d. Oder* (ibidem, Bd. XV, Berlin 1897). — E. Lemmermann, *Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen X, XVIII*, (Ber. deutsch. Bot. Ges., Bd. 18, 22, Berlin 1900—04); *Phytoplankton sächsischer Teiche* (Plöner Forschungsber., T. 7, Stuttg. 1899). — G. Senn, *Über einige coloniebildende Algen* (Botan. Zeitung, Bd. 57, Leipzig 1899). — W. Schmidle, *Algologische Notizen XV, XVI*, (Allgem. bot. Zeitschr. Karlsruhe 1900—05); *Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen I, II*, (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 18, Berlin 1900). — R. Chodat, *Trois Genres nouv. de Protococcoidées* (Mém. l'Herb. Boissier No. 17A, Genève 1900); *Algues vertes de la Suisse*, Berne 1902. — B. Schröder, *Unters. über Gallertbildung der Algen* (Verhandl. d. Naturhist.-medizin. Vereins zu Heidelberg, 1902). — W. Schmidle, *Über die Gattung Radiococcus* (Allg. Bot. Zeitschrift 1902). — G. S. West, *Treatise on British Freshw. Algae*, Cambridge 1904. — W. Schmidle, *Z. Kenntn. d. Planktonalgen* (Hedwigia, Bd. 45, Dresden 1905). — Ch. Bernard, *Protococcacées et Desmidiées d'Eau douce, récoltées à Java*, Batavia 1908. — Ch. Bernard, *Sur quelques Algues unicellulaires d'Eau douce, récoltées dans le Domaine Malais* (Département de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises, Buitenzorg 1909). — R. Chodat, *Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues* (Mémoire publié

à l'occasion du Jubilé de l'Université, Genève 1909. — Olga Tschourina, Sur *Astrocladium cerastioides* Tschour. (Bulletin de la Société Botanique de Genève, Ser. 2, Vol. I, Genève 1909). — A. E. Grobety, *Ourococcus bicaudatus* (A. Br.) Grob. (Bulletin de la Société Botanique de Genève, Ser. II, Vol. I, Genève 1909). — J. Boyé-Petersen, On tufts of bristles in *Pediastrum* and *Scenedesmus* (Dansk Botanisk Tidsskrift, 1911). — J. Woloszyńska, Das Phytoplankton einiger javanischer Seen (Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Ser. B, 1912). — E. Teiling, Phytoplankton aus dem Råstasjön bei Stockholm (Svensk Botanisk Tidsskrift, Bd. 6, 1912). — W. West, Clare Island Survey, Part. 16, Freshwater Algae (Proceed. Royal Irish Academy, Vol. XXXI, 1912). — F. E. Fritsch, Freshwater Algae collected in the South Orkneys (Linnean Society's Journal, Botany, Vol. XI, 1912). — G. M. Smith, *Tetrademus* a new four-celled coenobitic Alga (Bull. Torrey Bot. Club, Vol. XI, 1913). — R. Chodat, Monographies d'Algues en Culture pure (Matériaux pour la Flore Cryptogam. Suisse (Bern 1913). — J. Brunthaler, Systematische Übersicht über die Chlorophyceen-Gattung *Scenedesmus* (Hedwigia, Bd. 53, 1913). — G. M. Smith, The cell structure and colony formation in *Scenedesmus* (Archiv f. Protistenkunde 1913); The Organisation of the Colony in certain four-celled coenobitic Algae (Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters, Vol. XVII, 1914). — J. Woloszyńska, Studien über das Phytoplankton des Viktoriasees (Hedwigia, Bd. LX, 1914). — H. Printz, Kristianstrakts Protococcoider (Videnskapselskaps Skrifter, I. Mat.-Naturv. Klasse, 1913, Kristiania 1914). — Ch. A. Kofoid, *Phytomorula regularis*, a symmetrical Protophyte relate to *Coelastrum* (Univ. California Publ. Bot. 6, 1914). — H. Printz, Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen (Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter, Trondhjem 1915). — G. S. West, Algalogical Notes XIV—XVII (Journal of Botany, Vol. 53, 1915). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 5, Jena 1915). — Tscharna Rays, *Le Coelastrum proboscideum* Bohl. (Matériaux pour la flore cryptogamique Suisse, Bern 1915). — E. Teiling, Schwedische Planktonalgen. II. *Tetralantus*, eine neue Gattung der Protococcoideen (Svensk Botanisk Tidsskrift, Bd. 10, 1916). — H. Printz, Die Chlorophyceen des südlichen Sibiriens und des Urian-kailandes (Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1915, Trondhjem 1916). — G. M. Smith, A Monograph of the algal Genus *Scenedesmus*, based upon pure culture studies (Trans. of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters, Vol. XVIII, 1916). — Fr. Steinecke, Die Algen des Zelllaubbruches in systematischer und biologischer Hinsicht (Schriften d. Physik.-ökonom. Gesellschaft, Jahrg. LVI, 1916). — G. M. Smith, New or interesting algae from the lakes of Wisconsin (Bull. Torrey Bot. Club, Bd. 43, 1916). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — B. M. Griffiths, The August Helioplankton (Journ. Linnean Soc. Bot. XLIII, 1916). — J. Woloszyńska, Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Litauens (Bull. de l'Académie de Cracovie, Ser. B., 1917). — G. J. Playfair, Australian Freshwater Phytoplankton (Proceed. Linnean Society of New South Wales, 1916, Sidney 1917). — A. Pascher, Amoeboide Stadien bei einer Protococcace, nebst Bemerkungen über den primitiven Charakter nicht feststehender Algenformen. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft., Bd. XXXVI, 1918); Von einer allen Algenreihen gemeinsamen Entwicklungsregel (Ibid. Bd. XXXVI, 1918). — G. M. Smith, A second List of Algae found in Wisconsin Lakes (Transact. Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters, Vol. XIX, 1918). — L. B. Walton, *Eutetramorus globosus*, a new genus and species of algae belonging to the Protococcoideae (The Ohio Journal of Science, 1918). — N. Wille, Über die Variabilität bei der Gattung *Scenedesmus*, Alg. Not. XXV (Nyt Magazin f. Naturvidensk., Bd. LVI, 1918); Das Keimen der Aplanosporen bei der Gattung *Coelastrum* Nägl. (Alg. Not. XXVI, Ibid. 1918). — F. E. Fritsch, A First Report on the Freshwater Algae, mostly from the Cape Peninsula (Annals of the South African Museum, Vol. IX, 1918). — G. J. Playfair, New and rare Freshwater Algae (Proceed. Linnean Society of New South Wales, 1918). — W. Vischer, Sur le Polymorphisme de l'*Ankistrodesmus Braunii* (Revue d'Hydrologie, 1919). — E. Naumann, Notizen zur Systematik der Süßwasser-algen (Arkiv för Botanik, Bd. 16, 1919). — L. Reverdin, Etude Phytoplanktonique, expérimentale et descriptive des Eaux du Lac de Genève (Archives des Sciences physiques et naturelles, Vol. I, 1919). — G. M. Smith, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin (Wisconsin Geological and Natural History Survey, Bull. no. 57, Scien. Ser. no. 12, Madison, Wis. 1920). — E. Grossmann, Zellvermehrung und Koloniebildung bei *Scenedesmacaeen* (Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 1921). — V. V. Miller, Zwei neue Formen von Grünalgen, 2. *Menzierella paragrathon* nov. gen. et sp. (Mem. Iwanow-Woznesjensk. Polytechn. Inst. 1921, russisch). — F. Rich, A new Species of *Coelastrum* (The New Phytologist, 1921). — R. Chodat, Matériaux pour l'Histoire des Algues de la Suisse (Bull. Société Bot. de Genève, 1922). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — G. Klug, Zur Kenntnis einiger Protococcalen und Desmidiaceen der Hirschberger Teichgruppe in Böhmen (Lotos, Bd. 70, 1922). — W. B. Crow, *Dimorphococcus Fritschii*, a new colonial Protophyte from Ceylon (Annals of Botany, Vol. XXXVII, 1923); Some Features of the Envelope in *Coelastrum* (Annals of Botany, Vol. XXXVIII, No. CL, 1924). — N. Wille, Süßwasser-algen von der deutschen Südpolar-Expedition auf dem Schiff »Gauss.« (Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, Bd. VIII. Botanik, Berlin 1924). — R. Chodat, *Scenedesmus*, Etude de Génétique, de Systématique Expérimentale et d'Hydrobiologie (Revue d'Hydrologie, III, No. 3—4, 1926). — F. Steinecke,

Dictyosphaerium pusillum Steinecke, eine neue Protococcale (Botanisches Archiv, Bd. 14, H. 5—6, 1926).

Merkmale. Die Zellen sind immer unbeweglich und leben zu mehreren zusammen in bestimmt geformten Kolonien \pm fest verbunden (die selten in vereinzelte Zellen aufgelöst werden können: *Ankistrodesmus*, *Keratococcus*). Durch Teilungen in 2—3 Richtungen des Raumes entstehen geißellose Tochterkolonien, die durch Zersprengung oder Verschleimung der Mutterzellmembran frei werden. Meistens ausgeprägter Polymorphismus. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt; Schwärmsporen fehlen gewöhnlich, doch sind solche ein paarmal für *Dictyosphaerium* angegeben worden.

Vegetationsorgane. Die Zellen sind zu bestimmt geformten Kolonien verbunden, nur bei *Ankistrodesmus* und *Keratococcus* ist die Verbindung der Zellen so lose, daß sie sich leicht vom Verbands lösen können und deshalb oft vereinzelt umherliegen. Die Zellen sind teils mittels Gallertmassen oder Gallertsträngen, die von den Resten der Mutterzellmembranen stammen, teils direkt miteinander zu Kolonien vereinigt, die eine überaus wechselnde Form haben können. Sie sind entweder flach, in einer oder 2—3 Reihen (*Scenedesmus*) vereinigt oder zu quadratischen Flächen verbunden (*Crucigenia*), hohlkugelig angeordnet bei *Coelastrum* und *Dictyosphaerium*, linsenförmig bei *Phytomorula*, strahlenförmig bei *Actinastrum*, *Marthea* und *Dictyocystis*, kreuzweise bei *Lauterborniella*, *Didymogenes* und der Sekt. *Tetrademus* (*Scenedesmus*). Bei *Schroederiella* sind die Zellen ringförmig verbunden, und *Tetrallantos*, *Schmidleia*, *Eutetramorus* u. a. bilden ganz besonders geformte Kolonien. Bei *Quadrigula* stehen die Zellen parallel und senkrecht in einer Ebene, wo sie regelmäßige 4zellige Gruppen bilden, die zu größeren Verbandkolonien vereinigt werden können. Die einzelnen Zellen haben eine verschiedene Gestalt, bei *Scenedesmus* sind sie meistens oval, bei *Dimorphococcus* nierenförmig, *Selenastrum* und *Lauterborniella* mondsichelförmig, *Ankistrodesmus*, *Keratococcus* und *Quadrigula* nadelförmig, bisweilen \pm gekrümmt, bei *Didymogenes*, *Tetrallantos* und *Schmidleia* fast wurstförmig, *Fernandinella* birnförmig, *Actinastrum* spindel- oder paukenschlägelförmig, während die meisten anderen rundliche bis ovale, bisweilen eckige Zellen besitzen. Die Membran ist entweder glatt oder granuliert, bisweilen mit Knötchen oder Stacheln besetzt. Im allgemeinen sind sämtliche Zellen einer Kolonie von gleicher Gestalt, doch sind bei *Dimorphococcus* und *Scenedesmus* meistens die zwei Außenzellen von abweichender Form. Die Zellen enthalten nur 1 zentral gelegenen Zellkern, bei *Didymogenes* ist er wandständig (Ausnahme *Clostericoccus*). Chromatophor meistens wandständig, glockenförmig oder scheibenförmig, entweder ohne oder mit ein bis mehreren Pyrenoiden, selten zentral (*Didymogenes*, *Dictyocystis*).

Die Vermehrung ist nur vegetativ durch Bildung von Autosporen, die als reduzierte Zoosporen aufzufassen sind und durch sukzessive oder simultane Teilungen in 2—3 Richtungen des Raumes entstehen. Sämtliche Zellen sind teilungsfähig, und die Zellwand hat an der Teilung keinen Anteil. Die Autosporen nehmen eine bestimmte Stellung ein, indem sie sich mit einer Sondermembran umgeben, und werden von der Mutterzellmembran frei, indem diese entweder verschleimt oder zersprengt wird. Diese Autosporen werden nicht vereinzelt frei (mit Ausnahme gewisser *Ankistrodesmus*-Arten und *Keratococcus*), sondern bleiben miteinander in Verbindung als Autokolonien, die dieselbe Anordnung der Zellen wie die Mutterkolonien zeigen, die Form und Skulptur der Mutterzelle aber erst allmählich annehmen. Die Teilung ist manchmal nur Querteilung, so z. B. bei *Ankistrodesmus* u. a., wo die gebildeten Autosporen aneinander vorbeiwachsen, wodurch eine Verschiebung eintritt. Bei der morphologisch ziemlich ähnlichen *Quadrigula* ist dagegen die Teilung eine simultane Vierteilung nach zwei aufeinander senkrecht liegenden Teilungsplänen, die parallel zur Längsachse der Zellen stehen. Bei *Dictyosphaerium* und nahe verwandten Gattungen werden die gebildeten Autosporen durch gelatinöse Fäden, welche verschleimte Reste der alten Membranen sind, zusammengehalten. Während die meisten Vertreter dieser Familie ganz ausgeprägte Autosporen besitzen, tritt uns bei gewissen Gattungen, nämlich *Marthea* und *Fernandinella*, eine sehr primitive Autosporenbildung von ganz besonderem Interesse entgegen, in der wir den Übergang von beweglichen Zoosporen zu unbeweglichen Autosporen antreffen. Bei den erwähnten Gattungen zeigen die Teilstücke des Protoplasten zwar noch Stigma und pulsierende Vakuolen, bilden aber keine Geißeln mehr aus, wie es noch die kleinen in Reduktion begriffenen Schwärmer der Hydrodictyaceen tun. Wirkliche Zoosporen, zwar nur ganz kurzlebende, mit 2 gleichlangen Geißeln, waren schon

lange bei *Dictyosphaerium* angegeben, haben sich aber nicht wieder konstatieren lassen. In neuester Zeit wurde von Steinecke (1916) bei der nahestehenden Gattung *Dactylosphaerium* »Geschlechtliche Fortpflanzung durch länglich-ovale Zoosporen, die zu 16 in einer Zelle entstehen«, angegeben. Es handelt sich wohl hier um geschlechtslose Zoosporen (nicht Gameten), und dieser Fund stützt die früher vielfach bezweifelte Angaben von Zopf und Massee über das angebliche Vorkommen von Zoosporen bei *Dictyosphaerium*. Bei einigen Gattungen sind ruhende Akineten und Aplanosporen bekannt; diese haben dicke Wände, oft einen rötlichen Zellinhalt und werden frei durch Verschleimung des äußeren Teiles der Mutterzellmembran. Außer den Akineten entstehen vorübergehend andere Zellformen (z. B. der sogenannte *Dactylococcus* bei der Keimung der Akineten von *Scenedesmus*) als die typischen, und es kann deshalb die Art einen deutlichen Polymorphismus zeigen.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Die oben erwähnten Angaben Steineckes über geschlechtliche Schwärmer bei *Dactylosphaerium* sind nicht sicher festgestellt. Alles scheint dafür zu sprechen, daß sie nicht Gameten, sondern geschlechtslose Zoosporen darstellen in Übereinstimmung mit den Schwärmern bei der nahestehenden Gattung *Dictyosphaerium*. Eine geschlechtliche Fortpflanzung hat sich bei keinem der Vertreter dieser Familie mit Sicherheit konstatieren lassen.

Geographische Verbreitung. Die *Coelastraceae* leben nur in süßem oder schwach brackischem Wasser. *Scenedesmus*- und *Ankistrodesmus*-Arten sowie *Dictyosphaerium*, *Dimorphococcus*, *Quadrigula*, *Actinastrum*, *Crucigenia*, *Coelastrum* und *Selenastrum* sind überall verbreitet, und die übrigen Gattungen sind auch von den meisten Weltteilen bekannt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Als die primitivste Unterfamilie der *Coelastraceae* sind unbedingt die *Dictyosphaerieae* zu betrachten, welche als Anfangsglieder für die verschiedenen anderen Gattungen angesehen werden können, indem wir jene Formen als phylogenetisch ursprünglicher ansehen, die noch Zoosporenbildung zeigen. Besonders durch ihre Schwärmsporen, die bei gewissen dieser Formen beobachtet sind, und durch die Übergangsstufen zwischen Schwärmsporen und wirklichen Autosporen, die bei *Marthea* und *Fernandinella* vorkommen, zeigen die *Coelastraceae* Verwandtschaft sowohl mit den *Chlorococcaceae* wie mit den *Hydrodictyaceae*. *Marthea* und *Fernandinella* bilden direkt Übergangsformen zwischen den zoosporineen und autosporineen *Protococcoideae*. Die Unterfamilie *Coelastraeae* schließt sich eng an *Fernandinella*, die *Scenedesmeae* wohl an *Marthea*, die besonders in der Organisation der Kolonien mit *Actinastrum* nahe übereinstimmt. Gewisse Arten von *Scenedesmus*, wie *S. coelastroides* Schmidle und *S. costatus* Schmidle stehen in morphologischer Beziehung *Coelastrum* recht nahe. Auch unter den Vertretern der Unterfamilie *Quaternatae* finden sich Übergangsformen zwischen den *Coelastraceae* und *Oocystaceae*, und die Grenzen zwischen den genannten Familien sind sehr unbestimmt und unsicher, wie ich übrigens auch schon bei den *Oocystaceae* erwähnt habe. Die *Selenastraeae*, besonders *Keratococcus*, könnte man, wenn sie allein ständen, ebensogut den *Oocystaceae* einreihen. Eine Art wie *Selenastrum acuminatum* zeigt sich indes durch Kulturversuche sowohl mit *Ankistrodesmus* wie mit *Scenedesmus* sehr nahe verwandt, und die Grenzen zwischen diesen drei Gattungen sind auch recht unbestimmt und sehr schwer zu ziehen. Da auf der andern Seite eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen den drei Gattungen *Ankistrodesmus*, *Selenastrum* und *Keratococcus* besteht, so habe ich sie nicht trennen können und hier sämtlich aufgeführt. Deshalb kann ich auch nicht Oltmanns beistimmen, wenn er aus dieser Gruppe *Keratococcus* herausnimmt und zwischen den *Oocystaceae* aufführt.

Einteilung der Familie.

- A. Zoosporen oder zoosporennähliche Tochterzellen kommen vor I. *Dictyosphaerieae*.
 - a. Zellen mittels Gallertsträngen zu Kolonien und Verbandkolonien verbunden.
 - a. Zellen einer Kolonie alle gleichartig.
 - I. Zellen rundlich bis nierenförmig, auf verzweigten Gallertstielen hohlkugelig in eine kugelige Gallertmasse eingelagert 1. *Dictyosphaerium*.
 - II. Zellen kugelig, am Grunde mittels 2 fadenförmiger Gallertstränge zu Kolonien verbunden 3. *Dactylosphaerium*.
 - III. Zellen rundlich-oval, in radialen Reihen angeordnet. Chromatophor zentral 2. *Dictyocystis*.

- β. Zellen einer Kolonie ungleichartig. Kolonien meist 4zellig. Die beiden äußeren Zellen nieren- bis herzförmig, die inneren ± abgestutzt bis elliptisch . . . 4. *Dimorphococcus*.
- b. Zellen direkt miteinander zu ± bestimmt geformten Kolonien vereinigt 5. *Fernandinella*.
- c. Zellen zu 4 in einer Ebene mittels eines zentralen Gallertklumpens zu radialen Kolonien vereinigt . . . 6. *Marthea*.
- B. Zoosporen oder zoosporenähnliche Tochterzellen kommen nicht vor. Vermehrung nur durch wirkliche Autosporen.
- a. Zellen entweder kugelförmig oder lang spindel- bis nadelförmig, mittels Gallerte in 4zelligen Gruppen zu Kolonien und Verbandkolonien verbunden
- II. Quaternatae.
- α. Zellen kugelförmig, bisweilen etwas eckig, in 4zelligen Gruppen in unbestimmt begrenzten oder ± kugeligen Gallertmassen ziemlich lose liegend.
- I. Zellen tetraëdrisch liegend . . . 7. *Radiococcus*.
- II. Zellen in einer Ebene quadratisch oder linear angeordnet . . . 8. *Westella*.
- III. Die kugeligen Zellen in 4 vierzelligen Gruppen peripherisch innerhalb einer kugelförmigen Gallertmasse in einem regelmäßigen Viereck gelagert . 9. *Eutetramorus*.
- β. Zellen länglich spindel- bis nadelförmig, sämtliche mit den Längsachsen parallel und senkrecht auf einer Ebene stehend . . . 10. *Quadrigula*.
- b. Zellen rundlich-eckig, zu hohlkugeligen, linsenförmigen oder fast tetraëdrischen Kolonien meist fest vereinigt, selten durch Gallertfäden verbunden
- V. Coelastraeae.
- α. Zellen tetraëdrisch oder etwas unregelmäßig zu Kolonien verbunden. Membran fein gestreift 21. *Coelastralla*.
- β. Zellen zu hohlkugeligen Kolonien entweder direkt miteinander oder mittels Gallertsträngen verbunden . . . 22. *Coelastrum*.
- γ. Zellen zu flachen, kompakten, linsenförmigen Kolonien vereinigt . . 23. *Phytomorula*.
- c. Zellen rundlich-eckig, in 4zelligen Gruppen quadratisch in einer flachen oder gebogenen Ebene oft zu größeren Verbandkolonien angeordnet . IV. *Crucigenieae*.
- α. Kolonien 4–16zellig; Zellen mit glatter Membran . . . 19. *Crucigenia*.
- β. Kolonien 4zellig oder 16zellig; Zellen die Reste der abgesprengten Mutterzellmembran außen tragend . . . 18. *Hofmania*.
- γ. Kolonien 4zellig; Zellen an der Außenseite mit Stacheln oder knopfförmigen Auswüchsen 20. *Tetrastrum*.
- d. Zellen länglich spindel- bis nadelförmig, gerade oder mondsichelförmig, spiralig oder auf verschiedene Weise gebogen . . . VI. *Selenastreae*.
- α. Zellen mondsichelförmig, zu 4–8 in Kolonien vereinigt, mit der konvexen Seite gegeneinanderliegend und die Konkavseite nach außen gerichtet . . . 24. *Selenastrum*.
- β. Zellen lang zugespitzt, manchmal mit langen Endborsten, einzeln oder zu Bündeln vereinigt. Chromatophor glockenförmig, fast die ganze Zelle ausfüllend 25. *Ankistrodesmus*.
- γ. Zellen gerade oder gebogen, oft unsymmetrisch verschmälert, Chromatophor eine parietale Platte, einen großen Teil der Zelle freilassend . . . 26. *Keratococcus*.
- e. Die verschieden geformten Zellen in einfachen oder doppelten Reihen, kreuzweise, radial, ringförmig oder zu ganz eigenartigen Kolonien (meist fest) verbunden
- III. Scenedesmeae.
- α. Zellen in 1 (oder 2–3) Längsreihen angeordnet . . . 11. *Scenedesmus*.
- β. Zellen kreuzweise angeordnet.
- I. Kolonien 4zellig; Zellen sichelförmig, an jedem Ende mit einem langen, kegelförmigen Membranhörnchen . . . 12. *Lauterborniella*.
- II. Kolonien 4zellig; Zellen ohne kegelförmiges Membranhörnchen 11. *Scenedesmus*, Sekt. *Tetrademus*.
- III. Kolonien 2zellig; Zellen halbmondförmig mit abgerundeten Enden 13. *Didymogenes*.
- γ. Zellen radial verbunden, manchmal lose . . . 14. *Actinastrum*.
- δ. Kolonien 8- oder mehrfach achtzellig, aus länglich elliptischen Zellen bestehend, die je zu 8 wie die 8 Steilkanten eines Oktaëders aneinanderschließen . . . 16. *Schmidleia*.
- e. Kolonien aus einem 8zelligen Kranz bestehend, wobei die ellipsoidischen Zellen abwechselnd nach der einen oder der anderen Seite schauen . . . 17. *Schroederiella*.
- ζ. Kolonien 4zellig aus wurstförmigen Zellen bestehend, wovon 2, mit den konkaven Seiten aneinandergekehrt, einen Kreis bilden, während die anderen 2 an der Verwachsungsstelle endständig gestellt sind . . . 15. *Tetrallantos*.

1. Dictyosphaerieae.

Zellen rundlich-oval-elliptisch bis birn- oder herzförmig, mittels verzweigter oder unverzweigter Gallertstiele kugelförmig oder strahlig in bestimmt geformten Kolonien — meist in Gruppen zu 4 — vereinigt. Bei *Fernandinella* stoßen sie jedoch direkt aneinander, und bei *Marthea* sind die 4 in einer Ebene strahlig gelegenen Zellen mittels eines zentralen Gallertklumpens verbunden. Chromatophor parietal, glocken- oder plattenförmig, mit oder ohne Pyrenoid; bei *Dictyocystis* zentral, sternförmig. Vermehrung durch 4 Autosporen, die bei *Marthea* und *Fernandinella* noch deutlich Zoosporengestalt zeigen, indem sie Stigma und pulsierende Vakuolen besitzen, doch fehlen Geißeln. Wirkliche 2geißelige Zoosporen werden bei *Dictyosphaerium* angegeben, haben sich aber nie wieder konstatieren lassen.

1. *Dictyosphaerium* Näg., Gattungen einzelliger Algen (1849) 73 (Fig. 88). (Inkl. *Brachionococcus* Naumann, Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen in Arkiv för Botanik, Bd. 16 [1919] 15, Fig. 8, 9.) — Zellen rund oder \pm oval bis nierenförmig, liegen zu 4 bis vielen hohlkugelig oder jedenfalls peripher in einer runden oder ovalen freischwimmenden scharf begrenzten Gallertmasse, wobei die Einzelzellen durch Gallertstränge miteinander verbunden sind. Membran dünn. Chromatophor parietal, mantelförmig, enthält 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung meist in 2 Richtungen des Raumes, senkrecht gegen den Stiel, wodurch 4, niemals mehrere und nur selten 2 Tochterzellen entstehen. Diese werden dadurch frei, daß die Mutterzellhaut durch 2 über Kreuz gestellte Risse in 4 Lappen zerfällt, welche nur noch an einer mittleren Stelle sternförmig zusammenhängen, und an deren Spitze sich die neuen Autosporen befinden. Durch Verschiebungen und Drehungen der Sternstrahlen mittels des von den neuen Zellen gebildeten Schleims resultiert schließlich eine tetraedrische Anordnung der Tochterzellen. Durch neue Teilungen der Autosporen entstehen in dieser Weise die \pm kugeligen Kolonien, in welchen die einzelnen Zellen von einer dicken, fein radial gestreiften Gallerthülle umgeben und durch Gallertstränge, die Reste der alten Membranen, untereinander von der ersten Mutterzelle an dichotom verbunden sind. Der Zusammenhang der größeren Kolonien wird in erster Linie dem Schleim zugeschrieben, weniger den Zellwandstrahlen. Außerdem werden sowohl von Zopf als Massée kurzlebende Zoosporen mit 2 Geißeln angegeben, die direkt zu neuen Kolonien heranwachsen können. Diese Zoosporen haben sich nie wieder konstatieren lassen und werden vielfach bezweifelt.

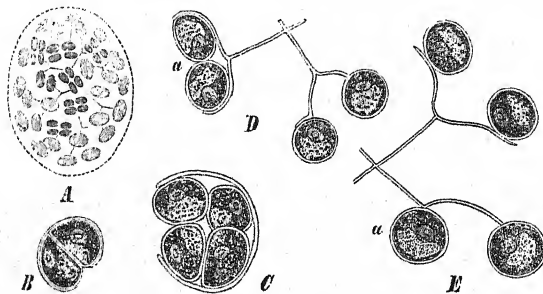


Fig. 88. A *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Näg. Eine vielzellige Kolonie, die Teilungen zeigend (300/1). — B—E *D. pulchellum* Wood. B eine Zelle, welche sich in 2 Tochterzellen teilt, im beginnenden Teilungsstadium von der Seite gesehen; C eine Zelle, welche sich in 4 Tochterzellen teilt, von oben gesehen; D ältere Teilungsstadien, bei a sind die Tochterzellen noch nicht ganz aus der Membran der Mutterzellen herausgerollt; E fertige Tochterzellen, bei a hat die Membran der Mutterzelle keinen Stiel gebildet (1200/1). (A nach Nägeli; B—E Original.).

8 Arten, die als Planktonalgen in stehenden Gewässern, Moorsümpfen u. dergl. über die ganze Welt verbreitet sind. Die gewöhnlichsten Arten sind *D. Ehrenbergianum* Näg. und *D. pulchellum* Wood, die häufig in stehenden Gewässern vorkommen und schwach mesosaprob sind.

2. *Dictyocystis* Lagerh. in *Anales de la universidad de Quito*, Ser. 4, No. 27 (1890) 79 (Fig. 89 A). — Zellen eiförmig-oval in einfachen oder verzweigten Gallertsträngen, die vom Zentrum der Kolonien radial ausstrahlen, reihenweise angeordnet. Die Kolonien haben eine unregelmäßige kugelige Form, und die Gallertmasse ist farblos, nicht sehr dick. Die Längsachse der Zellen stets radial gestellt. Chromatophor zentral, strahlig mit Pyrenoid. Vor der Teilung wird die Zelle in der Mitte eingeschnürt. Steht der vorhergehenden Gattung sehr nahe und wird von vielen Autoren als eine Art von *Dictyosphaerium* angesehen, sie ist aber durch den zentralen, sternförmigen Chromatophor und die reihenweise Zell-anordnung verschieden.

Einzige Art, *D. Hitchcockii* (Wolle) Lagerh. (= *Dictyosphaerium Hitchcockii* Wolle) bisher nur aus Nordamerika angegeben.

3. *Dactylosphaerium* Steinecke in Schriften d. Physik.-ökonom. Gesellsch. Königsberg, Jahrg. LVI (1916) 68 (Fig. 89 B—D). — Zellen kugelig, mit dünner Membran, die am Grunde zwei fadenförmige Fortsätze (aus den Resten der Muttermembran?) besitzt, mit denen 4, 8 oder 16 Zellen zu kugeligen Kolonien vereinigt sind. Chromatophor glockenförmig, hellgrün, mit Pyrenoid. Vermehrung durch Teilung jeder Zelle in 8 Tochterzellen, die beim Weiterwachsen die Muttermembran sprengen. Überdies werden länglich-ovale Zoosporen angegeben, die zu 16 in einer Zelle entstehen und der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen sollen. Da ein eventueller Geschlechtsakt offenbar nicht wahrgenommen

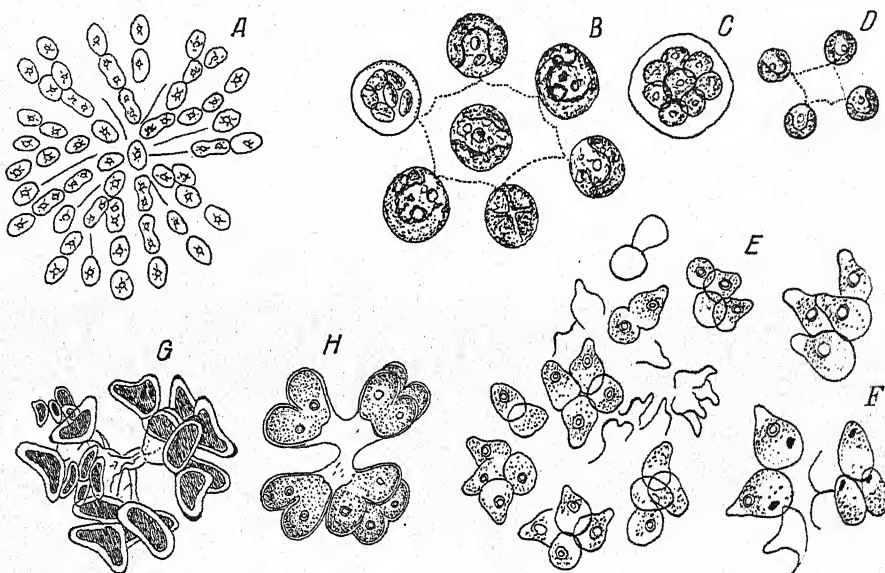


Fig. 89. A *Dictyocystis Hitchcockii* (Wolle) Lagerheim. — B—D *Dactylosphaerium sociale* Steinecke. B Eine alte große Kolonie mit Zellen in verschiedenen Teilungsstadien und Zoosporenbildung; C einzelne Zelle mit 8 Autosporen; D junge kleine Kolonie. — E, F *Ferdinandella alpina* Chodat. Kolonien in verschiedenen Teilungsstadien. — G *Dimorphococcus lunatus* A. Br. — H *Dimorphococcus cordatus* Wolle. (A nach Wolle; B—D nach Steinecke, 1060/1; E, F nach Chodat; G nach Bohlin, 600/1; H nach Chodat.)

ist, bezweifle ich ihre Gametennatur und möchte sie eher für geschlechtslose Zoosporen ansehen.

1 Art, *D. sociale* Steinecke, bisher nur in einem Abflußgraben eines Hochmoores in Ostpreußen gefunden.

4. *Dimorphococcus* A. Br., *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita* (1855) 44 (Fig. 89 G, H). (? Inkl. *Steiniella* Bernard, *Protococc. et Desmid. Java* in *Depart. de l'Agric. aux Indes Néerlandaises* [1908] 170, Fig. 463—466.) — Die Zellen sind dimorph, kreuzweise angeordnet und hängen zu vier in \pm bestimmt begrenzten, freischwimmenden Kolonien zusammen, in welchen 2 einander entgegengesetzte Zellen nieren- bis herzförmig sind, während die 2 dazwischenliegenden oval-elliptisch sind. Chromatophor parietal, die beiden Zellenden freilassend, 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke. Oft findet man einfache Kolonien, öfters aber von mehreren Generationen gebildete, die durch gelatinöse Fäden, welche verschleimte Reste der alten Membranen sind, zusammengehalten werden. Vermehrung durch kreuzweise Teilung in 4 Tochterzellen, welche eine neue Tochterkolonie bilden. Jede Zelle in der Kolonie ist teilungsfähig und bildet eine Autokolonie, die schon im Mutterleibe ihre definitive Form erhält und durch eine Öffnung in der Scheitelregion der Mutterzelle frei wird.

3 Arten in süßem Wasser, wohl über die ganze Welt zerstreut.

5. **Fernandinella** Chodat in Bullet. Société Bot. de Genève (1922) 49 (Fig. 89 E, F). — Zellen birnförmig, hinten abgerundet, vorn in einen kurzen kegelförmigen Fortsatz ausgezogen. Membran glatt, dünn. Der parietale Chromatophor befindet sich besonders im oberen Teil der Zelle, während das hintere Ende farblos ist und ein körniges Protoplasma zeigt. Vermehrung durch 1, 2 oder 3 Teilungen; die gebildeten Autosporen werden durch Sprengung der Muttermembran in 4 Zipfel frei. Die Einzelzellen hängen an der Basis zusammen, während die vorderen Enden nach verschiedenen Seiten gerichtet sein können; es entstehen dadurch unregelmäßige und vielgestaltete Kolonien. Außerdem kommen eiförmig-kugelige Zoosporen mit deutlichem Augenfleck vor; Geißeln sind aber an ihnen nicht nachgewiesen.

Nur 1 Art, *F. alpina* Chodat, auf Waldboden in der Schweiz.

6. **Marthea** Pascher in Ber. d. dtsh. bot. Gesellsch., Bd. XXXVI (1918) 259 (Fig. 90). — Die Kolonien bestehen aus vier spindelförmigen, in einer Ebene radspeichenartig in Abständen von 90° angeordneten Zellen, die dadurch vereinigt sind, daß die inneren Enden in einer zentralen Gallertmasse stecken. Die Membran der Einzelzellen ist zart, der Chromatophor breit manschettenartig, wandständig mit einem meist undeutlichen Pyrenoid. Bei der Vermehrung bilden sich in den Einzelzellen vier amöboide, bewegliche Teilstücke des Protoplasten, die kontraktile Vakuolen und Stigma haben, dagegen keine Geißel, bald aber ihre Bewegung einstellen, sich behäuten und radiär anordnen, indem jede einzelne Tochterzelle zentripetal ein kleines Stielchen bildet, so daß alle vier Tochterzellen durch diese Gallertstielchen verbunden sind. Die Gallertstielchen verdicken sich und stoßen seitlich aneinander, bis schließlich eine scheinbar einheitliche zentrale Gallertmasse gebildet ist. Die erweiterten Mutterzellen werden durch die verquellende Gallerte aus ihren Stellungen gedrückt; sie verschleimen schließlich, wodurch die Tochterkolonien frei werden.

Einzige Art, *M. tetras* Pascher, bisher nur im Altwasser der Olsch im südlichen Böhmerwalde gefunden.

Anm. Nach der heutigen Kenntnis der zwei letztgenannten Gattungen ist es fast dem persönlichen Belieben anheimgestellt, ob man sie hier oder bei den *Hydrodictyaceae* einreihen will. Sie bilden deutliche Zwischenglieder.

II. Quaternatae.

Zellen meist kugelförmig oder auch lang spindelförmig, gerade oder selten leicht gebogen, mit dünner glatter Membran. Chromatophor parietal, glocken- oder plattenförmig, mit oder ohne Pyrenoid. Kolonien aus 4zelligen Gruppen meist nur durch Gallerte verbunden, können zu großen Kolonieverbänden vereinigt werden. Vermehrung durch Autosporen, welche zu 4 (sehr selten 2 oder 8) durch kreuzweise Teilungen entstehen und durch Verschleimen oder Aufreißen der Mutterzellhaut frei werden.

7. **Radlococcus** Schmidle in Allgem. bot. Zeitschrift (1902) 41 (Fig. 91 E, F). (Z. T. als *Pleurococcus* Wildem. und *Tetracoccus* West beschrieben.) — Mikroskopische Kolonien aus 4 (oder mehreren) tetraedrisch gestellten, runden oder durch Druck eckigen Zellen, von einem weiten Gallertmantel mit strahliger Struktur umgeben. Der Chromatophor glockenförmig mit 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke. Vermehrung durch tetraedrische Teilungen in 4 Autosporen innerhalb der Mutterzellmembran, welche zerreißt und die Autosporen in unregelmäßigen Stücken umgibt.

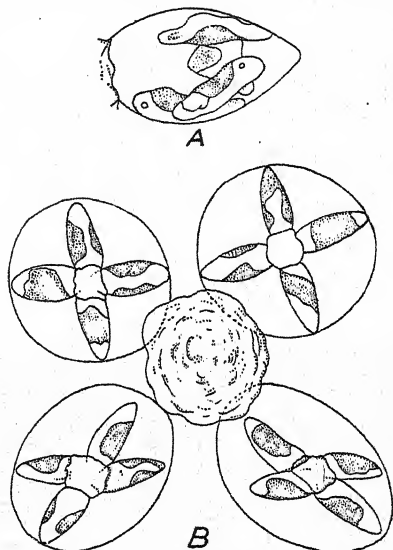


Fig. 90. *Marthea tetras* Pascher. A Teilstadium einer Zelle; die vier Teilstücke des Protoplasten sind amöboide Schwärmer mit Stigma und Vakuolen, aber ohne Geißeln; B eine größere Kolonie aus vier Einzelkolonien bestehend. (Nach A. Pascher.)

2 Arten in süßem Wasser in Europa, *R. nimbatus* (Wildem.) Schmidle (= *Pleurococcus nimbatus* Wildem.) und *R. Wildemani* Schmidle (= *Tetracoccus Wildemani* Schmidle).

8. **Westella** de Wildeman in Bullet. de l'Herbier Boissier, Vol. 5 (1897) 532 (Fig. 91 A—D). (Inkl. *Tetracoccus* W. West, Algae of English Lake District in Journ. of Royal Micr. Soc. [1892] 735, Pl. X, Fig. 43—48, non *Tetracoccus* Tereg, Einige neue Grünalgen in Beih. zum Bot. Centralbl. Bd. XXXIX [1922].) — Die kugeligen, selten etwas eckigen Zellen zu je 4, entweder quadratisch oder linear angeordnet, in einer Ebene liegend als Kolonie verbunden. Feine Gallertfäden, die durch Auflösen der Mutterzellmembranen gebildet werden, verbinden miteinander eine größere Anzahl von diesen 4zelligen Kolonien zu größeren unregelmäßigen Aggregaten, die aus 20—100 Zellen bestehen. Gallertmantel fehlt. Zellen mit 1 glockenförmigen Chromatophor; Pyrenoid unsicher. Vermehrung durch Autosporen, welche zu 4 (selten 2 oder 8) durch kreuzweise Teilungen in 2 Richtungen entstehen und nach der fadenförmigen Auflösung der Mutterzellmembran zu 4 verbunden bleiben.

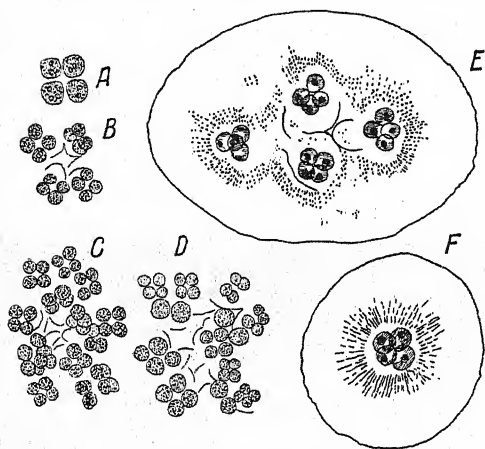


Fig. 91. A—D *Westella botryoides* (West) Wildem. A Gruppe von 4 Zellen; B Gruppe von 16 Zellen; C, D größere Kolonien. — E, F *Radiococcus nimbatus* (Wildem.) Schmidle. (A—D nach W. West, A 830/1, B—D 520/1; E, F nach E. de Wildeman, 250/1.)

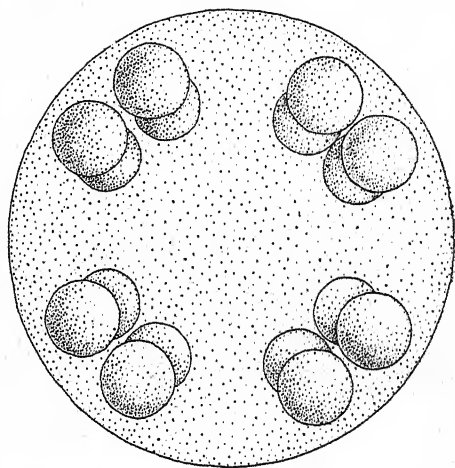


Fig. 92. *Eutetramorus globosus* Walton. (Nach L. B. Walton, 2000/1.)

3 Arten als Planktonalgen über die ganze Erde verbreitet, *W. botryoides* (West) Wildeman ist die häufigste und kommt kosmopolitisch verbreitet vor, *W. linearis* Smith bisher nur aus Amerika und *W. natans* (Kirchner) (= *Tetracoccus natans* [Kirchner] Lemmermann = *Coelastrum natans* Kirchner) aus Europa bekannt.

Anm. Der von Tereg (1922) beschriebene *Tetracoccus cartilagineus* gehört wahrscheinlich nicht hierher, sondern muß den *Tetrasporaceae*, als eine Art von *Schizochlamys*, eingereiht werden.

9. **Eutetramorus** Walton in The Ohio Journal of Science (1918) 126 (Fig. 92). — Die Kolonien bestehen aus 16 Zellen, die in vier 4zelligen Gruppen angeordnet sind, welche innerhalb einer gemeinsamen, fast unsichtbaren kugeligen Gallertmasse peripherisch in einem regelmäßigen Viereck gelagert sind. Die 4 Einzelzellen jeder Gruppe liegen in einer Ebene, welche senkrecht auf dem von den 4 Gruppen gebildeten Viereck steht. Einzelzellen kugelig, mit 1 Chromatophor, der 1 Pyrenoid enthält. Über die Vermehrung ist nichts bekannt.

1 Art, *E. globosus* Walton, die nur durch ein einziges Exemplar aus Columbus, Ohio, bekannt ist.

10. **Quadrigula** Printz in Det. Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter (1915) 49 (Fig. 93). (*Nephrocytium* Bohlin p. p., Die Algen der ersten Regnell'schen Exped. I in Bihang till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. No. 9 [1897] 18, Tab. I, Fig. 23, 24; *Rhaphidium* Schröder p. p., Untersuch. über Gallertbildung der Algen in Verhandl. des Naturhist.-medizin. Vereins zu Heidelberg [1902] 152, Tab. VI, Fig. 6; *Ankistrodesmus* auct. pl.) — Zellen lang, schmal zylindrisch, nadel- oder spindelförmig, gerade oder leicht gekrümmt, meist 8—20mal

länger als breit, an den Enden \pm zugespitzt. Zellmembran dünn. Chromatophor 1, wandständig, die ganze Zelle ausfüllend, nur mit einem seitlichen Ausschnitt; Pyrenoid fehlt oder vorhanden. Vermehrung durch Autosporen. Kurz vor der Vermehrung zieht sich der Inhalt aus den Enden der Zelle etwas zurück, und die Teilung selbst ist eine simultane Vierteilung nach zwei aufeinander senkrecht liegenden Teilungsebenen, die parallel zur Längsachse der Zelle stehen. Durch Verschleimung der Mutterzellmembran werden die Autosporen frei, aber sie bleiben noch eine Zeitlang, gewöhnlich mehrere Generationen hindurch, von den fast unsichtbaren Gallertmassen in sehr regelmäßigen, von kleineren Vierzellgruppen gebildeten Kolonien zusammengehalten, in denen die Längsachsen der Zellen parallel sind und in einer Ebene senkrecht stehen und wodurch größere tafelförmige Kolonien gebildet werden können. Die weiteren Teilungen der Zellen innerhalb einer und derselben Kolonie scheinen in sämtlichen Zellen gleichzeitig vorzugehen, und in dieser Weise entstehen oft ziemlich große, regelmäßige Kolonien, in denen die einzelnen Generationen leicht nach dem gegenseitigen Abstand zwischen den Zellen auseinandergehalten werden können. Durch spätere Verschiebungen kommen bisweilen die einzelnen Vierzellgruppen in etwas verschiedener Höhe zu liegen. Gewöhnlich kommen 4-, 8- usw. bis 32zellige Kolonien vor; größere Kolonien sind nur selten zu finden, indem sie von Zeit zu Zeit in Stücke zerbrechen, deren jedes den Ursprung neuer Kolonien bildet.

Als Planktonalgen im Süßwasser sowohl in der Alten wie in der Neuen Welt verbreitet.

Die Zahl der Arten ist noch etwas unsicher. Vorläufig führe ich nur folgende 2 auf: *Quadrigula closterioides* (Bohlin) Printz (= *Nephroclytium closterioides* Bohlin = *Ankistrodesmus closterioides* [Bohlin] Printz = *Rhaphidium Pfitzeri* Schröder = *Quadrigula Pfitzeri* [Schröder] Smith) und *Q. quaternata* (W. et G. S. West) Printz (= *Ankistrodesmus quaternatus* W. et G. S. West).

Außerdem hat Smith die früher als *Ankistrodesmus Chodati* (Tanner-Füllmann) Brunnthaler und *Ankistrodesmus lucustre* (Chodat) Ostenfeld bezeichneten Arten hierher gestellt. Ich bin aber nicht ganz überzeugt, daß dies berechtigt ist. Die von Ström, während der Drucklegung dieser Arbeit, beschriebene *Q. montana* ist wohl mit *Q. closterioides* zu vereinigen. Dagegen dürfte es wohl zu erwägen sein, ob die scheinbar nur sehr selten vorkommende Alge *Ankistrodesmus biplex* (Reinsch) G. S. West nicht eine Art von *Quadrigula* ist.

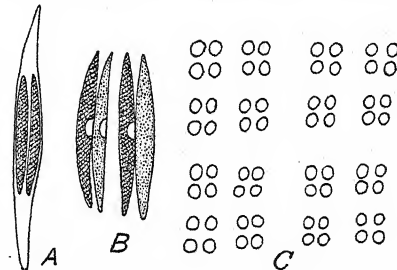


Fig. 93. *Quadrigula closterioides* (Bohlin) Printz. A Einzelne Zelle mit 4 Autosporen (nur 2 sind sichtbar); B eine Vierzellengruppe; C schematische Darstellung einer größeren Kolonie aus 16 Vierzellengruppen gebildet, von oben gesehen.
(Nach Printz, A, B 780/1.)

III. Scenedesmeae.

Zellen von sehr verschiedener Form, rund, elliptisch, zylindrisch, spindelförmig usw., gerade oder gebogen, mit spitzen oder abgerundeten Enden zu zwei- bis mehrzelligen, meistens fest verbundenen Kolonien vereinigt, die sich nur selten in die einzelnen Zellen auflösen. Die Zellen glatt oder mit Stacheln, meistens in einer einfachen oder doppelten Fläche oder kreuzweise, bisweilen radial, ringförmig oder, wie bei *Tetrallantos* und *Schmidleia*, zu ganz eigenartigen Kolonien angeordnet. Chromatophor glocken- oder scheibenförmig, parietal oder zentral, mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch Tochterkolonien, die durch Teilung in 2 Richtungen entstehen und die Mutterzellmembran verlassen oder in der quellenden Mutterzellmembran weiterwachsen. Deutlicher Polymorphismus, indem bei der Keimung der ruhenden Akineten und sonst bei abnormen Lebensbedingungen abweichende Formen entstehen können.

11. *Scenedesmus* Meyen in Nova Acta Acad. Leop. Carol. (1829) 774 (Fig. 94 E—J). (Inkl. *Dactylococcus* Nägl. p. p., auct. pl.; *Selenastrum* Reinsch p. p., Algenfl. von Franken [1867] 64; *Tetradismus* Smith in Bullet. Torr. Bot. Club 40 [1913] 76, Pl. I; *Victoriella* Woloszyńska, Phytoplankton d. Viktoriasces in Hedwigia Bd. LX [1914] 198, Tab. VII, Fig. 3—5; ? *Steiniella* Bernard, Protococc. et Desmid. Java in Depart. de l'Agric. Indes Néerland. [1908] 190, Fig. 463—66.) — Zellen sehr vielgestaltig, länglich, oval, elliptisch oder rundlich, manchmal zylindrisch, gerade oder sichelförmig gebogen, mit abgerundeten oder zugespitzten Enden. Membran dünn, glatt oder warzig, mitunter mit Stacheln besetzt. Chromatophor meist glockenförmig, parietal, mit seitlichem Ausschnitt und ent-

hält 1 Pyrenoid, seltener mehrere wandständige Chlorophyllplatten ohne Pyrenoid. Die Form der Kolonien ist auch sehr mannigfaltig. Meist sind die Zellen zu 4zelligen, seltener 2-, 8- oder 16zelligen Kolonien verbunden, am häufigsten linear nebeneinander mit den Längswänden verbunden oder sie liegen alternierend oder in 2 Stockwerken übereinander; auch können sie bogen- und ringförmig gelagert sein, auch tetradrische und kreuzweise Zellanordnung kommt vor. Vermehrung durch Autokolonien oder Autosporen. Die erste Teilungsebene steht senkrecht zur Längsrichtung der Zelle, und durch spätere Verschiebungen werden die Tochterzellen parallel angeordnet. Die Tochterzellen werden durch Zerreißen oder Verquellen der Membran frei. Dadurch können die aus einer Kolonie hervorgegangenen Tochterzellen im Zusammenhang bleiben, selbst durch mehrere Generationen hindurch, und es können auf diese Weise größere Verbände entstehen. Als Ruhestadium können ovale Akineten mit dicker Membran und rotem Inhalt gebildet werden; bei deren Keimung entstehen zuerst stachellose *Dactylococcus*-Zellen, die in Zickzackketten angeordnet sind und von diesem Stadium aus nach weiteren Teilungen allmählich die normale Form annehmen. In Kulturen können die *Scenedesmus*-Arten ganz abnorme Formen annehmen. Bei Überfütterung mit organischer Substanz können fortwährend kugelige Autosporen gebildet werden, die zuletzt beinahe farblos werden.

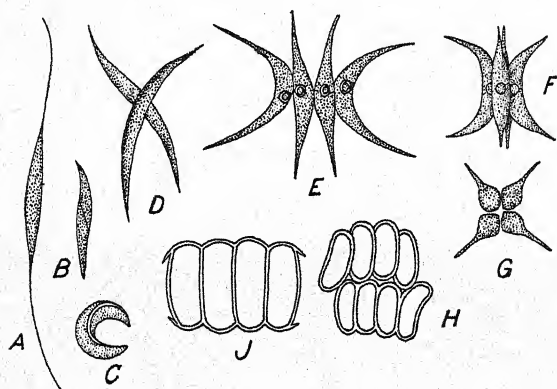


Fig. 94. A *Ankistrodesmus nitzschoides* G. S. West. — B *Ankistrodesmus Braunii* (Nägl.) Lemm. var. *pusillus* Printz. Einzelne Zelle in Teilung. — C *Ankistrodesmus convolutus* Corda var. *minutus* (Nägl.) Rabenh. Zelle in Teilung. — D *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs. — E *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. var. *dimorphus* (Turp.) Rabenh. — F, G *Scenedesmus (Tetradismus) sibiricus* Printz. F Eine Kolonie von der Seite, G von oben gesehen. — H *Scenedesmus arcuatus* Lemm. — I *Scenedesmus quadricauda* Breb. f. (Alles nach Printz, A, D, E 780/1, B, C 1050/1, F—J 650/1.)

Etwa 102 Arten sind beschrieben, wovon die meisten außerordentlich vielgestaltig und formenreich sind; viele sind auch Kollektivarten. Je nach der Umwelt und den Ernährungsbedingungen treten bei den *Scenedesmus*-Arten viele verschiedene Wachstumsmodifikationen auf, die manchmal so weit von der Normalform abweichen, daß ein Erkennen der Art fast unmöglich ist. Sie sind kosmopolitisch verbreitet und finden sich sowohl in ganz kleinen Wassertümpeln zwischen anderen Algen, als auch planktonisch in Teichen und Seen. Gewisse Arten kommen vorzugs-

weise in schwach organisch verunreinigtem Wasser vor, wo sie mitunter massenhaft als Wasserblüte auftreten können.

Die Gattung kann der Übersicht halber in folgender Weise eingeteilt werden; besonders wegen der großen Variabilität der Arten sind die einzelnen Sektionen nicht scharf voneinander getrennt:

Sekt. I. *Euscenedesmus* Chodat in Revue d'Hydrologie, III, No. 3/4, 1926, 110 und 113. Zellen \pm spindel-sichelförmig; Membran glatt, ohne Rippen, Warzen, Haare, Zähne oder Stacheln. Die äußersten Zellen der Kolonie häufig mit zugespitzten Enden, aber nie in Dornen ausgezogen. Die Zellen liegen am häufigsten linear, reihenweise nebeneinander, alternierend oder in 2 Stockwerken übereinander, bisweilen quadratisch oder auch ganz unregelmäßig gehäuft.

Ser. A. *Seriati* Chodat, l. c. 111 und 113. Zellen spindel-sichelförmig in einer geraden Reihe nebeneinander angeordnet, bisweilen bündelförmig oder mehr unregelmäßig gehäuft; z. B. *S. obliquus* (Turp.) Kütz., *S. acutus* (Meyen) Chod., *S. dimorphus* (Turp.) Kütz.

Ser. B. *Fasciculati* Chodat l. c. 111 und 141. Zellen spindel-sichelförmig, bisweilen stark gebogen, meist zu 4 mit den Längswänden verbunden aber kreuzweise angeordnet; hierzu *S. tetradsmiformis* (Wolosz.) Chod. (*S. antennatus* var. *tetradsmiformis* Wolosz.), *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod. (*Selenastrum acuminatum* Lagerh.), *S. falcatus* Chod., *S. antennatus* Breb., *S. wisconsinensis* (Smith) Chod. (= *Tetradismus wisconsinensis* Smith), *S. cumbicus* (G. S. West) Chod. (*Tetradismus cumbicus* G. S. West), *S. Pettkofii* (Printz) Chod. (*Tetradismus Pettkofii* Printz), *S. Ostenfeldii* (Wolosz.) Chod. (*Victoriella Ostenfeldii* Wolosz., *Tetradismus Ostenfeldii* [Wolosz.] G. S. West) und *S. sibiricus* (Printz) Chod. (*Tetradismus sibiricus* Printz).

Ser. C. *Catenati* Chodat l. c. 111 und 154. Zellen \pm halbmondförmig zu ketten- oder zickzackförmigen Kolonien vereinigt, ausnahmsweise linear nebeneinander angeordnet; hierzu gehören: *S. Bernardi* Smith, *S. javanensis* Chod. und *S. baculiformis* Chod.

Ser. D. *Conniventes* Chodat l. c. 111 und 158. Zellen leicht halbmondförmig, an den stumpflichen Enden ein kleines Zähnechen tragend, einzeln oder 2–4 in elliptischen, etwas unregelmäßigen Kolonien, in denen die Zellen manchmal etwas gegeneinander verschoben sind; hierzu *S. incrassatulus* Bohlin.

Sekt. II. *Rhynchodesmus* Chodat, l. c. 111 und 159. Zellen linear nebeneinander angeordnet, länglich, in der Mitte angeschwollen, die Enden knopfförmig aufgeblasen, Membran glatt, Randzellen nicht bestachelt; hierzu *S. producto-capitatus* Schmulz.

Sekt. III. *Desmodesmus* Chodat, l. c. 111 und 159. Zellen spindelförmig, elliptisch oder eiförmig, gerade oder gebogen. Membran nur ausnahmsweise völlig glatt (in dem Fall sind die Zellen abgestumpft), am häufigsten in verschiedener Weise bestachelt, behaart oder mit Längsrippen versehen; Randzellen oft mit kürzeren oder längeren Endstacheln. Die Zellen linear nebeneinander in einer Reihe oder in zwei Reihen übereinander angeordnet, bisweilen alternierend, in einer

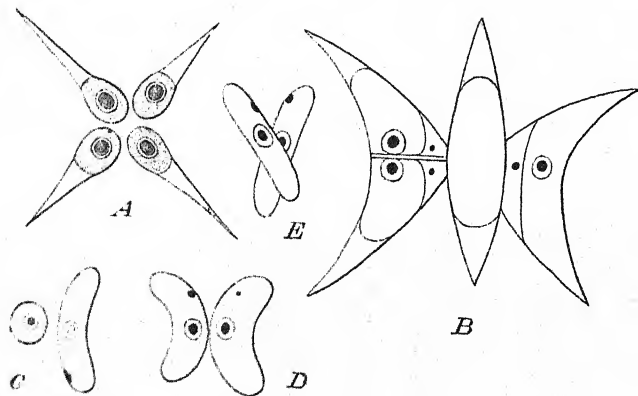


Fig. 95. A, B *Lauterborniella elegantissima* Schmidle. A eine Familie von oben gesehen; B eine Familie in der Teilung. -- C–E *Didymogenes palatina* Schmidle. 3 Familien mit den zwei Zellen in verschiedenen Stellungen. (Nach W. Schmidle.)

Ebene, wodurch flache Kolonien entstehen, oder sie können \pm gebogen bis ringförmig sein; seltener liegen die Zellen unregelmäßig, fast parenchymatisch gehäuft.

Die meisten, fast $\frac{3}{4}$ der bisher bekannten Arten gehören hierzu. Sie lassen sich folgendermaßen einteilen:

Ser. A. *Obtusi* Chodat, l. c. 111 und 160. Zellen zylindrisch, elliptisch oder rundlich, abgestumpft, glatt, ohne Rippen, bisweilen an den Enden mit feinen Zähnechen besetzt, aber ohne Stacheln; z. B. *S. Ralfsii* Playf., *S. curvatus* Bohlin, *S. arcuatus* Lemm., *S. apiculatus* W. et G. S. West, *S. platydiscus* (Smith) Chod. (*S. arcuatus* var. *platydiscus* Smith), *S. unicellularis* Chod. u. a.

Ser. B. *Denticulati* Chodat, l. c. 112 und 184. Zellen elliptisch oder zylindrisch, abgestumpft, an den Enden deutlich gezähnt, nie bestachelt; z. B. *S. denticulatus* Lagerh., *S. aculeolatus* Reinsch, *S. lunatus* (W. et G. S. West) Chod. (*S. denticulatus* var. *lunatus* W. et G. S. West) u. a.

Ser. C. *Striati* Chodat, l. c. 112 und 188. Zellen spindelförmig, zylindrisch oder elliptisch mit längsverlaufenden Membranrippen oder in Längsreihen angeordneten Warzen oder Borsten, bisweilen unregelmäßig bestachelt; z. B. *S. fusiformis* Printz, *S. vitiosus* (Printz) Chod. (*S. Hystrix* var. *vitiosus* Printz), *S. Hystrix* Lagerh., *S. serratus* (Corda) Bohlin, *S. spicatus* W. et G. S. West, *S. acutiformis* Schröder, *S. granulatus* W. et G. S. West, *S. brasiliensis* Bohlin, *S. parisiensis* Chod. u. a.

Ser. D. *Quadrifidiosi* Chodat, l. c. 112 und 205. Zellen in einer oder zwei geraden Reihen angeordnet, Endzellen immer mit einem langen Stachel an jedem Ende, seltener auch noch in der Mitte oder einer fehlend, innere Zellen ohne oder mit Stacheln in verschiedener Anordnung. Membran meist glatt, bisweilen punktiert, mit Warzen, Borsten oder Längsrippen versehen; z. B. *S. oahuensis* (Lemm.) Chod. (*S. quadricauda* var. *oahuensis* Lemm.).

Sekt. IV. *Clathrodesmus* Chodat, l. c. 112 und 250. Zellen zylindrisch, gebogen, einzeln oder mit ihren Enden zu 4zelligen, kugeligen oder halbkreisförmigen Kolonien vereinigt, welche

elliptische Lücken zwischen den einzelnen Zellen zeigen; Membran glatt, nur an den Enden mit einem Zähnchen versehen; einzige Art *S. Raciborskii* Wolosz.

Ser. V. *Scenedesmella* Printz in Videnskaps-Selskabet's Skr. I, 1913. In jeder Zelle 3–6 parietale Chromatophorplatten ohne Pyrenoid. Nur 1 Art, *Sc. dividuus* Printz, bisher nur in Norwegen gefunden; die Art ist nur ungenügend bekannt.

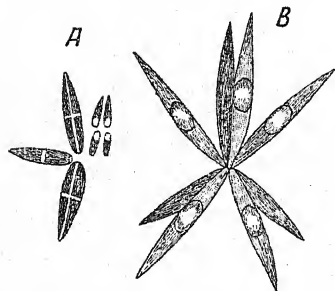


Fig. 96. *Actinastrum Hantzschii* Lagerh. A Teilungsstadien. — B *Actinastrum Hantzschii* Lagerh. var. *fluviatile* Schröder. (A nach Lagerheim; B nach Schröder.)

12. *Lauterborniella* Schmidle in Ber. d. dtsh. bot. Gesellsch., Bd. 18 (1900) 144 (Fig. 95 A, B). — Die Kolonien sind freischwimmend und bestehen aus 4 kreuzweise durch Schleim verbundenen Zellen. Die Zellen sind mondsichelförmig, von oben gesehen rund mit einem langen, kegelförmigen Membranhörnchen, von der Seite gesehen mondsichelförmig mit einem kegelförmigen Membranhörnchen an jedem Ende. Der parietale Chromatophor hat 1 Pyrenoid. Zellkern seitenständig. Vermehrung durch kreuzweise Teilung, wodurch in jeder Zelle eine Tochterkolonie entsteht.

Nur 1 Art, *L. elegantissima* Schmidle, als Süßwasserplankton in Europa und Java.

Anm. Der Teilungsmodus dieser Gattung muß näher untersucht werden. Wenn sich dabei ergeben sollte, daß sich die Zellhaut ebenfalls teilt, gehört die Alge zu den Pleurococcaceen.

13. *Didymogenes*

Schmidle in Hedwigia, Bd. 45 (1905) 35 (Fig. 95 C–E). — Die Kolonien sind freischwimmend aus 2 halbmondförmigen, meistens gekreuzten Zellen bestehend; Zellmembran gleichmäßig dünn. Chromatophor zentralständig mit 1 Pyrenoid. Zellkern wandständig. Bei der Vermehrung teilt jede Zelle sich zuerst der Quere nach und zerfällt dann durch eine Längsteilung in zwei Paare.

Nur 1 Art, *D. palatina* Schmidle, als Süßwasserplankton in Europa.

Anm. Es wird angegeben, daß bei der Teilung sich auch die Zellhaut teilt; wenn dies sich bestätigen sollte, wäre die Gattung zu der Familie *Pleurococcaceae* zu verweisen. Die Gattung scheint aber offenbar mit *Lauterborniella* verwandt zu sein, und ich stelle sie deshalb vorläufig zu den *Coelastraceae*.

Fig. 97. *Tetrallantos Lagerheimii* Teilung. 1 Vierzellige Kolonie von oben, 2 von der Seite; 3 Achtzellige Verbandkolonie; 4 Autosporen-bildung; 5 Autosporen am Anfang der Umlagerung; 6 vier Tochterkolonien, noch an der Muttermembran haftend; 7 leere Kolonie. (Nach Teilung, 1 1100/1, 2 800/1, 3 680/1, 4 1120/1, 5 840/1, 6 680/1, 7 760/1.)

wandt zu sein, und ich stelle sie deshalb vorläufig zu den *Coelastraceae*.

14. *Actinastrum* Lagerheim in Öfvers. af Kgl. Vet. Akad. Förhandl., No. 2 (1888) 70 (Fig. 96 A, B). (Inkl. *Astrocladium* Tschourina in Bulletin de la Société Botanique de Genève, Ser. 2, Vol. I [1909] 98.) — Die Zellen sind kegel-, spindelförmig, paukenschlägelförmig oder verlängert oval, gerade oder bisweilen schwach gebogen. Kolonien freischwimmend, meist 4-, 8- oder 16zellig, strahlig angeordnet. Zwei Generationen

von Zellen können in verschiedener Weise flächenförmig oder strahlig zu Verbandkolonien vereinigt sein. Zellmembran dünn, aber deutlich. Der Chromatophor wandständig mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch kreuzweise Längs- und Querteilungen; Freiwerden der Zoosporen durch Bersten der Muttermembran, die neuen Zellen werden durch Gallerte mit ihrem einen Ende zu einer Kolonie verbunden.

9 Arten aus stehenden Gewässern und potamoplanktonisch kosmopolitisch verbreitet. Die häufigste ist *A. Hantzschii* Lagerheim.

15. **Tetrallantos** Teiling in Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 10 (1916) 62 (Fig. 97). (Inkl. *Menzbierella* Miller, Zwei neue Formen von Grünalgen in Mem. Iwanowo-Wosnes-sjensk. Polytechn. Inst. [1921].) — Zellen länglich-oval, gegen die Enden etwas verjüngt und abgerundet, wurst- oder halbkreisförmig gekrümmt. Membran dünn, ganz ohne Skulptur oder Verdickungen. Der Chromatophor ist parietal, zuzeiten die Enden der Zellen nicht ausfüllend, mit einem Pyrenoid ausgerüstet. Die Zellen sitzen in Kolonien von normal 4 Gliedern zusammen. Die Vermehrung geschieht durch Teilung in 4 Autosporen, die

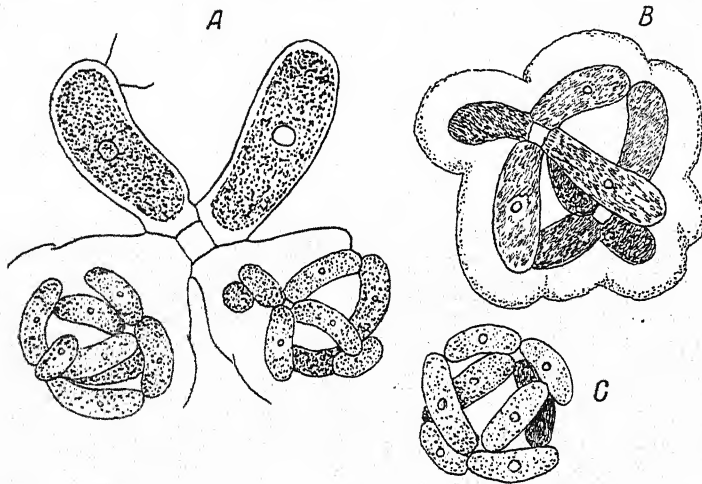


Fig. 98. *Schmidleia elegans* Woloszyńska. A Eine Kolonie, in der 2 Zellen bereits Tochterkolonien gebildet haben; B ältere Kolonie, von einer Gallerthülle umgeben; C junge, freischwimmende Kolonie. (Nach J. Woloszyńska.)

durch einen Riß der konvexen Zellwand heraustreten, und durch Umgruppierung der Zellen entsteht die definitive Gestalt der Kolonien. Dabei kreuzen sich die beiden mittleren Zellen einer vielzelligen Tochterkolonie (Fig. 97, 5), um später, mit den Enden verwachsend, einen \pm flachen Kreis zu bilden. Die endständigen Zellen wachsen mit ihrer einen Spitze an den Verwachungsstellen der mittleren fest, während die anderen Enden, meist nach derselben Seite gerichtet, frei bleiben. Die Anzahl der Autosporen beträgt normal 4, aber selten kommen auch 8 vor, die sich zu einer Art von Doppelkolonien zusammensetzen. Die 4 Zellen einer Kolonie können mitunter strahlig von einem Zentrum ausgehen oder auch mit den Enden zu 4zelligen Ketten verwachsen sein.

Nur 1 Art bekannt, *T. Lagerheimii* Teiling (= *Menzbierella paragraphon* Miller) im Süßwasser wohl über die ganze Welt zerstreut.

16. **Schmidleia** Woloszyńska in Hedwigia, Bd. LX (1914) 197, T. V, 1—4 (Fig. 98 A—C). — Zellen länglich-elliptisch, mit abgerundeten Enden, schwach gekrümmt. Membran dünn, glatt. Der Chromatophor parietal, mit 1 Pyrenoid. Kolonien freischwimmend, kugelförmig, mit deutlicher Gallerthülle, meist 8zellig oder mehrfach achtzellig (selten nur 4zellig). Die Zellen sind in der Äquatorialebene zusammengewachsen, je zu zwei einerseits, während an den Polen je 4 Zellen an beiden Seiten zusammengewachsen sind und eine Öffnung wie ein Quadratfensterchen bilden. Die Vermehrung geschieht durch sukzessive Teilung in zwei Längsflächen und einer Querfläche, und die Tochterzellen ordnen sich schon innerhalb der Muttermembran zu einer neuen Kolonie. Diese Tochterkolonien halten

sich einige Zeit an der alten Membran, wodurch bisweilen Verbandkolonien entstehen können.

Nur 1 Art, *S. elegans* Woloszyńska, bislang nur aus dem Viktoriasee bekannt.

An m. *Schmidleia elegans* scheint mir eine große Ähnlichkeit mit *Nephrocystis hydrophilum* (Turner) Wille (= *Hydrocystis hydrophila* Turner) zu besitzen, und ich bin zu der Annahme geneigt, daß sie auch wirklich identisch sind. Doch muß man nähere Untersuchung darüber abwarten. Wenn dies sich als richtig erweisen sollte, muß natürlich unsere Alge in *Hydrocystis* Turner umgetauft werden. Übrigens steht auch *Schmidleia* der Vorhergehenden sehr nahe, und es ist fraglich, ob diese zwei nicht in eine Gattung zu vereinigen sind.

17. **Schroederiella** Woloszyńska in Hedwigia, Bd. LX (1914) 198, T. V, 6, 7 (Fig. 99 A, B). — Kolonien freischwimmend aus einem 8zelligen Ring bestehend, wobei die ellipsoidisch wälzlichen Zellen, mit abgerundeten distalen Enden, abwechselnd nach oben resp. nach unten gekehrt sind. Membran dünn, glatt. Der Chromatophor parietal, mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch sukzessive Teilungen in 8 Tochterzellen, die sich schon innerhalb

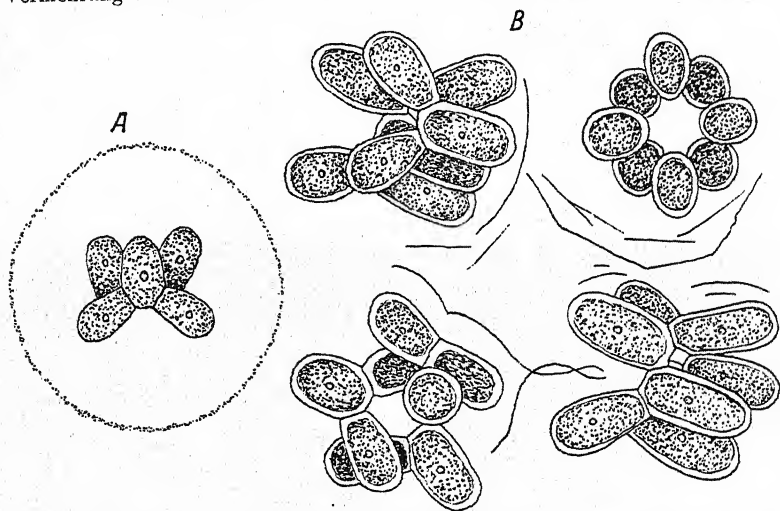


Fig. 99. *Schroederiella africana* Woloszyńska. A Ältere freischwimmende Kolonie; B vier junge Kolonien, von verschiedenen Seiten gesehen, in Membranhüllen der Mutterzellen. (Nach Woloszyńska.)

der Muttermembran zu einer neuen Kolonie anordnen. Ältere Kolonien sind mit einer weiten Gallerthülle umgeben.

1 Art, *S. africana* Woloszyńska, nur durch wenige Exemplare aus einigen Planktonproben aus dem Viktoriasee bekannt.

An m. Diese Alge steht gewissen Arten der Gattung *Scenedesmus* sehr nahe.

IV. Crucigenieae.

Zellen von verschiedener Form, meist rundlich—4eckig oder rhombisch, glatt, oder sie tragen an der Außenseite 2 bis mehrere Stacheln, knopfförmige Fortsätze oder Reste der zersprengten Mutterzellmembran. Ein einziger becherförmiger Chromatophor oder mehrere Chromatophorplatten, entweder ohne Pyrenoid oder mit 1 bis mehreren in jeder Zelle. Kolonien sehr regelmäßig, aus Gruppen von 4 Zellen, die meistens wieder zu mehreren in größeren Verbandkolonien verbunden sind, die in einer flachen oder bogigen Ebene liegen. Die Zellen erfahren jede eine Vierteilung, die Autosporen ordnen sich in der für ihre Art eigenen Weise und sprengen dann die Mutterzellhaut. ± reichliche Gallertmassen sorgen dafür, daß die Vierzellgruppen miteinander in Zusammenhang bleiben.

Die drei hier aufgeführten Gattungen stehen einander sehr nahe und werden von einigen Autoren in eine Gattung vereinigt.

18. **Hofmania** Chodat in Mémoires l'Herb. Boissier, No. 17, A (1900) 9 (Fig. 100 C—E). (Inkl. *Staurogenia* Chodat, Beitr. z. Kenntn. der Planktonalgen II in Berichte d. deutsch.

bot. Gesellsch. Bd. XVIII [1900] 156; *Crucigenia* Wille in E. P. I, 2 Nachtr. [1909] 66.) — Zellen rundlich-oval bis etwas eckig mit deutlicher Membran, glatt ohne Auswüchse. Chromatophor glockenförmig, parietal, mit 1 Pyrenoid. Kolonien 4zellig und die Zellen kreuzförmig angeordnet mit nach außen gerichteten Anhängen. Mitunter kommen auch größere Verbandkolonien vor, aus 4 Kolonien zusammengesetzt, von einer weiten, häufig radial gestreiften Gallerthülle umgeben. Vermehrung durch zwei aufeinander senkrechte Teilungen, wodurch in jeder Zelle eine neue 4zellige Tochterkolonie entsteht, die durch Aufreißen der Muttermembran frei wird. Jede Zelle trägt die Reste der abgesprengten

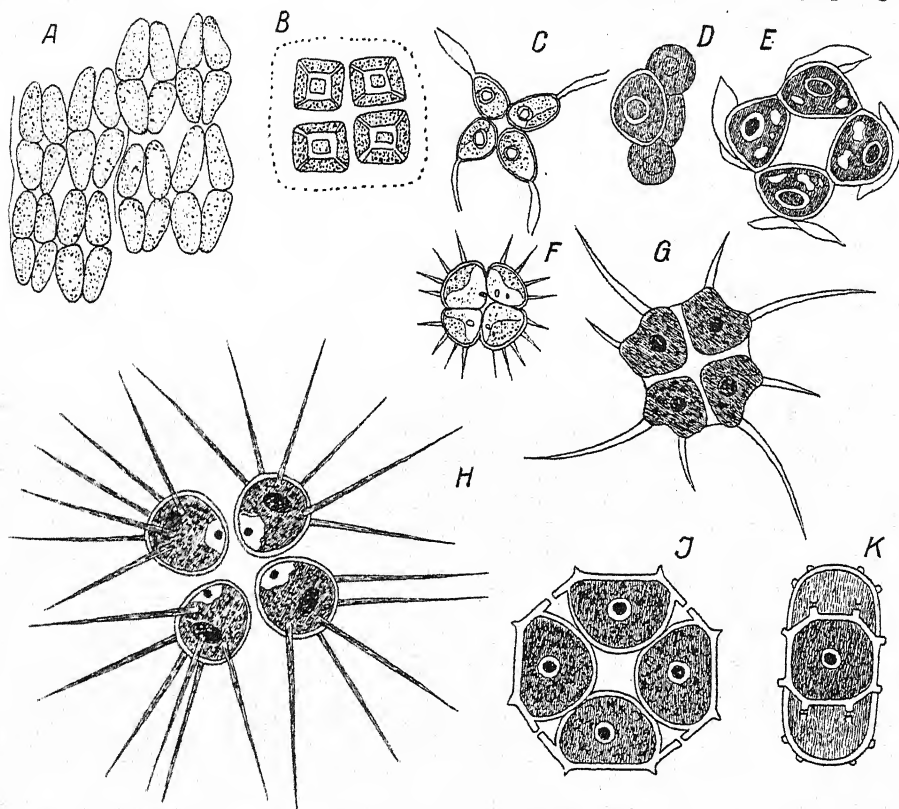


Fig. 100. A *Crucigenia rectangularis* (A., Br.) Gay. — B *Crucigenia fenestrata* Schmidle. — C *Hofmania appendiculata* Chodat. — D, E *Hofmania Lauterborni* (Schmidle) Wille. D von der Seite, E von oben gesehen. — F *Tetrastrum staurogeniaeforme* (Schröder) Lemmerm. — G *Tetrastrum heteracanthum* (Nordst.) Chodat. — H *Tetrastrum multisetum* (Schmidle) Chodat. — I, K *Tetrastrum alpinum* Schmidle. J von oben, K von der Seite gesehen. (A, B, G–K nach Schmidle; C, F nach Chodat; D, E nach Schröder.)

Mutterzellhaut, die in Form eines \pm gebogenen Hörnchens an der Außenseite der Zellen deutlich wahrnehmbar ist.

2 Arten, *H. appendiculata* Chodat (= *Crucigenia appendiculata* [Chodat] Schmidle) und *H. Lauterborni* (Schmidle) Brunthaler (= *Crucigenia Lauterborni* Schmidle) als Plankton im Süßwasser, wohl kosmopolitisch verbreitet.

19. *Crucigenia* Morren in Ann. Sciences Nat., T. XX (1830) 404 (Fig. 100 A, B). (Inkl. *Micrasterias* Kützing p. p., Synops. Diatomac., Linnaea VIII [1833] 173; *Pediastrum* Meneghini p. p. in Linnaea [1840] 212; *Staurogenia* Kützing p. p., Spec. Algar. [1849] 194; *Cohniella* Schröder, *Attheya*, *Rhizosolenia* und andere Planktonorganismen in Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XV, H. 7 [1897] 373, Tab. XVII, Fig. 5; *Tetrapedia* Schröder, Über das Plankton der Oder (Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XV, H. 9 [1897] 492, Tab. XV; *Lemmermannia* Chodat, Sur trois genres nouveaux in Mém. de l'Herb. Boissier

[1900] 5; *Willea* Schmidle, Beitr. zur Kenntn. d. Planktonalgen in Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVIII, H. 4 [1900] 157; *Crucigeniella* Lemmermann, Beitr. zur Kenntn. d. Planktonalgen in Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVIII [1900] 307.) — Zellen vieltalig, meist rundlich-oval bis 4eckig oder rhombisch, glatt, mit becherförmigem Chromatophor mit oder ohne Pyrenoid. Die Zellen sind zu 4zelligen flachen oder schwach gebogenen, freischwimmenden Kolonien vereinigt, in denen die Zellen durch eine \pm stark entwickelte Gallertmasse verbunden sind; öfter sind 4—8—16 Kolonien durch Gallerte zu größeren Verbandkolonien vereinigt. Vermehrung durch kreuzweise Teilungen. Die Auto-kolonien werden durch einen Riß oder Verquellen der Mutterzellmembran frei. Dauersporen (Akineten) einmal beobachtet.

19 Arten als Süßwasserplankton in allen Weltteilen. Unter den häufigsten sind zu nennen: *C. irregularis* Wille (= *Willea irregularis* [Wille] Schmidle, = *Cohniella irregularis* [Wille] Lemm.), *C. Tetrapedia* (Kirchn.) W. & G. S. West (= *Tetrapedia emarginata* Schröd., = *Lemmermannia emarginata* Chod.), *C. lunaris* (Lemm.) Wille (= *Crucigeniella lunaris* Lemm.).

20. **Tetrastrum** Chodat in Bullet. l'Herb. Boissier T. III (1895) 114 (Fig. 100 F—K). (Z. T. unter den Namen *Staurogenia*, *Cohniella* und *Crucigenia* beschrieben.) — Zellen rundlich, oval, 4eckig oder \pm unregelmäßig. Membran deutlich, oft relativ dick, an der Außenseite mit knopfförmigen Auswüchsen oder \pm deutlichen bis robusten Stacheln, die an jeder Zelle in Einzahl oder Mehrzahl vorhanden sein können. Chromatophor parietal, glockenförmig, mit oder ohne Pyrenoid. Die Zellen sind zu 4 in einer Kolonie vereinigt, welche meist in Gallerte eingebettet ist. Außerdem kommen Verbandkolonien, aus 4 Kolonien gebildet, auch nicht selten vor. Vermehrung durch Teilung in 4 in einer Ebene liegende Autosporen, die durch Bersten der Mutterzellhaut frei werden.

9 Arten als Planktonformen im Süßwasser in allen Weltteilen verbreitet. *T. apiculatum* (Lemmerm.) Schmidle (= *Staurogenia apiculata* Lemmerm.) kommt als eine der häufigsten im Plankton von Seen und Teichen vor. *T. truncata* (Smith) Printz (= *Crucigenia truncata* Smith) bisher nur aus Amerika bekannt.

V. Coelastreae.

Zellen \pm kugelig-oval bis eckig, mehrere entweder direkt fest aneinanderschließend — mit oder ohne Zellfortsätze oder durch Gallerte verkittet oder auch netzförmig mittels armförmiger Gallertstränge —, zu bestimmt geformten Kolonien verbunden. Membran glatt oder mit Warzen und Fortsätzen oder fein punktiert. Chromatophor eine parietale Glocke mit 1 Pyrenoid. Kolonie bei *Coelastrella* tetraedrisch, mitunter unregelmäßig, bei *Coelastrium* hohlkugelig und bei *Phytomorula* linsenförmig. Vermehrung durch Autokolonien, die durch Riß der Mutterzellhaut frei werden. Bei der Keimung der ruhenden Akineten können abweichende Formen entstehen.

21. **Coelastrella** Chodat in Bullet. Société Bot. de Genève (1922) 29. — Zellen kugelig-elliptisch mit verhältnismäßig dicker Membran, die deutlich gestreift erscheint, was durch feine Körnchen oder Stachelchen verursacht wird, die in regelmäßigen, feinen Reihen angeordnet sind. Chromatophor eine parietale Platte, mit 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt Stärke. Die Zellen kommen einzeln vor oder in 2-, 4- oder auch 8zelligen Kolonien, in denen sie, wenn 4, meist tetraedrisch sind, aber auch ganz unregelmäßig angeordnet sein können. Mitunter kommen 2 vierzellige Kolonien zusammen vor. Die alte Mutterzellhaut, die bisweilen von einer schwach bräunlichen Farbe ist, ist sehr persistent und umgibt lange die neugebildeten Tochterkolonien. Vermehrung durch Teilung in 2 oder 4 Autosporen. Ruhestadien kommen wahrscheinlich vor.

Nur 1 Art, *C. striolata* Chodat, in Torfsümpfen in der Schweiz.

Anm. Diese Gattung ist noch ziemlich unvollständig bekannt und bedarf näherer Untersuchung.

22. **Coelastrium** Nägeli in Kützing, Species Algarum (1849) 195 (Fig. 101). (Inkl. *Hariotina* Dangeard, Mémoire sur les Algues in Le Botaniste Ser. 1 [1889] 163.) — Zellen alle gleichartig, kugelig bis polygonal, bisweilen mit einem oder mehreren Vorsprüngen oder Stacheln nach außen versehen, 2—32 zu frei schwimmenden hohlkugeligen Kolonien zusammengefügt, welche von einer Gallerthülle umgeben sind. Chromatophor glockenförmig, parietal, enthält 1 Pyrenoid. Die Zellen schließen fest zusammen ohne oder mittels armartiger Zellfortsätze, oder durch eigenartige Gallertfortsätze, welche über die ganze Zelle sich erstrecken und mit den Nachbarzellen in Ver-

bindung stehen. Vermehrung durch wiederholte Zweiteilung in 2—32 Autosporien, die sich meistens schon innerhalb der Mutterzellmembran zu einer neuen Kolonie ordnen oder auch einzeln frei werden und dann eine neue Kolonie hervorbringen. Die Mutterzellmembran wird bei der Teilung erst in zwei Hälften, später in mehrere Segmente zerrissen, welche zum Zustandekommen von zusammengesetzten Kolonien Veranlassung geben können. wenn sie an den jungen Kolonien haften bleiben. Die alten Membranen sind jedoch niemals an der Bildung der Gallerthülle der jungen Kolonien oder an allgemeiner Gallertbildung beteiligt. Akineten mit dicker Membran und rotgelbem Öl sind bekannt. Bei der Keimung bilden sich durch freie Zellbildung in jeder Akinete 8 oder mehrere Tochterzellen, die sich zu einer neuen *Coelastrum*-Kolonie vereinigen, und zwar in derselben Weise wie bei der allgemeinen Vermehrung in den vegetativen Zellen bei *Coelastrum*. Wenn die junge *Coelastrum*-Kolonie fertig gebildet ist, wird die ursprüngliche Membran der Akinete gespalten oder aufgelöst. Bei Sauerstoffmangel bilden sich abnorme kompakte, nicht hohlkugelige Kolonien.

27 Arten als Plankton in Teichen und Seen in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Eucoelastrum* Wille in E. P. I, 2, Nachtr. (1909) 67. Die Zellen mit oder ohne seitliche Arme, aber durch die Zellwände fest verwachsen. Z. B. *C. sphaericum* Nägl.

Sekt. II. *Clathrastrum* Rayss in Mat. pour la flore cryptogamique Suisse, 1915. Die getrennten Zellen sind durch seitliche zylindrische und hyaline Fortsätze verbunden. Z. B. *C. Chodati* Ducllier.

Sekt. III. *Hariotina* (Dangeard in Mémoire sur les Algues II in Le Botaniste, 1889, 1 Ser. — als Gattung!) Wille in E. P. I, 2, Nachtr. (1909) 67. Zellen getrennt, durch äquatoriale oder in der Nähe des äußeren Poles strahlenförmig entspringende armförmige Gallertfortsätze verbunden, die die Zellzwischenräume netzartig überspannen. *C. reticulatum* (Dang.) Senn (= *Hariotina reticulata* Dang.) besonders in warmen Ländern einheimisch, hat sich erst in den letzten Dezennien in Europa ausgebreitet. *C. conglomeratum* (v. Alten) Steinecke in Europa.

23. **Phytomorula** Kofoid in Univ. California Publ. Botany, Vol. 6 (1914) 38, Pl. 7 Fig. 102). — Kolonien linsenförmig, flach kreisrund aus 16 fest verbundenen Zellen in einer

sehr charakteristischen Weise aufgebaut: an jedem Pol 4 Zellen, die übrigen 8 peripherisch angeordnet, wodurch ziemlich flache, kompakte Kolonien — ohne jede zentrale Höhlung — entstehen. Zellen alle fast gleichartig, rundlich, polygonal, an der äußeren Seite mit einer kleinen warzenförmigen Erhöhung, die von einer ringförmigen Depression begrenzt ist. Die zentralen Zellen sind etwas flacher und im Umkreis mehr viereckig als die peripheren, die mehr aufgeblasen und abgerundet sind. Membran dünn, glatt, von einem sehr zarten hyalinen Gallerthäutchen umschlossen.

Chromatophor parietal, mit zahlreichen kleinen Pyrenoiden. Zellkern zentral. Vermehrung und Entwicklung bisher unbekannt, die systematische Stellung deshalb noch etwas unsicher. Dem morphologischen Bau zufolge scheint sie jedoch mit den *Coelastraceae*, besonders den *Coelastraceae*, verwandt zu sein.

1 Art, *P. regularis* Kofoid, in einem Wasserreservoir in Berkeley, Kalifornien, gefunden.

VI. Selenastreae.

Zellen nadel- bis spindelförmig, vielmals länger als breit, an einem oder beiden Enden zugespitzt, mitunter in lange hyaline Borsten ausgezogen, gerade, mondsichelförmig oder in sehr unregelmäßiger Weise: schlängelnd, s-förmig, kreisförmig oder spiralig gebogen.

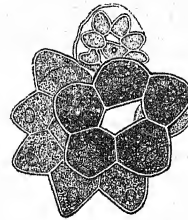


Fig. 101. *Coelastrum sphaericum* Nägl. Eine 16-zellige Kolonie mit einer eben entstandenen jungen Tochterkolonie, welche die Membran ihrer Mutterzelle bereits durchbrochen hat. (Nach Pringsheim, 345/1.)

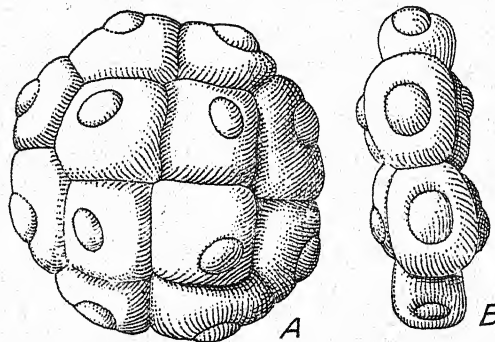


Fig. 102. *Phytomorula regularis* Kofoid. A Kolonie von oben, B von der Seite gesehen. (Nach C. A. Kofoid, 1500/1.)

Membran zart. Chromatophor glockenförmig oder eine parietale Platte, meist mit seitlichem Einschnitt oder die Zellenden freilassend, mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch sukzedane Teilungen und meist der Quere nach in Autosporen, die sich unter starker Verlängerung aneinander vorbeischieben und dann durch Aufreißen oder Verschleimen der Mutterzellhaut auseinanderfallen. Bei gewissen Arten bleiben sie zu Bündeln vereinigt oder bleiben mit einem Ende in der aufgerissenen Muttermembran stecken. Bei der Keimung der ruhenden Akineten können abweichende Formen entstehen.

24. *Selenastrum* Reinsch, Die Algenfl. des mittleren Teiles von Franken (1867) 64 (Fig. 103). (Inkl. *Rhaphidium* Kütz. p. p. auct. pl.; *Closteridium* Turner, The Freshw. Algae of East India in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 2, No. 5 [1892] 158, Taf. XX, 25.) — Zellen mondsichelförmig, an den Enden zugespitzt oder in 2 hyaline Spitzen geteilt. Membran dünn, glatt. Chromatophor parietal, glockenförmig, ohne Pyrenoid. Zellen zu 2, 4, 8 oder 16 ihr ganzes Leben hindurch in Kolonien vereinigt, mit der konvexen Seite gegeneinanderliegend und die Konkavseite nach außen gerichtet. Gallerthülle fehlt. Vermehrung durch Autosporen, die als Tochterkolonien die Mutterzellhaut durch einen Membranriß verlassen. Die erste Teilung ist eine Querteilung, die folgenden sind schief.



Fig. 103. *Selenastrum*
Bibraianum Reinsch.
(Nach Wille.)

6 Arten als Bewohner stehender Gewässer häufig im Plankton, in allen Weltteilen verbreitet. Eine der häufigsten ist *S. Bibraianum* Reinsch.

25. *Ankistrodesmus* Corda in Almanach de Carlsbad (1838) (Fig. 94 A—D). (Inkl. *Micrasterias* Corda p. p., Alm. de Carlsbad [1835] 121, Tab. II, Fig. 29; *Closterium* Berk. in Ann. of Nat. Hist. XIII, 256; *Rhaphidium* Kützling, Phyc. germ. [1845] 144; *Scenedesmus* Ralfs p. p., Brit. Desmid. [1848] 193, No. 6; *Eutospora* Hantzsch in Rabenh. Alg. sub. No. 1007; *Schroederia* Lemmermann, Beitr. zur Kenntn. d. Planktonalgen I in Hedwigia Bd. XXXVII [1898] 311; *Closteriopsis* Lemmermann, Das Phytoplankton sächs. Teiche in Forschungsber. Biol. St. zu Plön, Teil 7 [1908] 29, Taf. I, 36—38; *Selenastrum* Collins p. p., Green Algae of North America in Tufts College Studies, Vol. II, Nr. 3 [1909] 171; ? *Atractinium* Zacharias, Zur Kenntn. nied. Flora und Fauna holstein. Moorsümpfe in Forschungsber. aus der Biol. Stat. zu Plön, Bd. X [1903] 230, Tab. II, 5.) — Zellen nadel- oder spindelförmig, selten kurz, meist vielmals länger als breit, meistens zugespitzt oder in lange hyaline Endborsten ausgezogen, gerade oder mondsichelförmig gekrümmt oder verschiedenartig, häufig ganz unregelmäßig (schlängelzig, s-förmig, kreisförmig oder spiralig) gebogen. Die Zellen können einzeln leben oder zu vielgestaltigen Bündeln vereinigt sein. Der Chromatophor platten- oder bandförmig, meist mit seitlichem Ausschnitt, mit oder ohne Pyrenoid. Zellmembran sehr zart, glatt. Vermehrung durch Teilung, quer und kreuzweise, die gebildeten Autosporen wachsen aneinander vorbei und erreichen meist schon innerhalb der Mutterzelle ihre definitive Größe. Freiwerden erfolgt entweder durch Verschleimen der Mutterzellhaut oder durch Zerreißen derselben; in letzterem Falle können die Autosporen in derselben steckenbleiben. Kugelige ruhende Aplanosporen und Akineten vorhanden, bei deren Keimung abweichende Formen entstehen, ähnlich wie bei *Scenedesmus* angegeben ist.

Ca. 29 Arten ganz allgemein verbreitet, sowohl in kleinen Tümpeln als planktonisch in Teichen und Seen. *A. Vireti* (Chodat) Brunnthaler (= *Rhaphidium Vireti* Chodat), wenn sie dieser Gattung überhaupt angehört, ist Gletscherbewohner und bildet »grünen Schnee«.

Sekt. I. *Rhaphidium* Kützling, Phycologia germanica, 1845, 144 — als Gattung. Der Chromatophor ohne Pyrenoid. Z. B. *A. falcatus* (Corda) Ralfs (= *Rhaphidium fasciculatum* Kütz.).

Sekt. II. *Closteriopsis* Lemm. (in Plöner Forschungsbericht Bd. 7 [1899] 29 — als Gattung!). Der Chromatophor mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. *A. longissimus* (Lemm.) Wille (= *Closteriopsis longissima* Lemm.); *A. setigerus* (Schröd.) G. S. West (= *Reinschiella* [?] *setigera* Schröd., *Schroederia setigera* Lemm.) mit 2 langen Endborsten und zentralem Pyrenoid, gewöhnlich als Süßwasserplankton besonders in Flüssen.

Die Gattung ist überaus formenreich und es finden sich Übergänge zwischen den beschriebenen Arten, deren Abgrenzung dadurch sehr erschwert wird. Die wahre Artenanzahl läßt sich z. Z. auch deshalb nicht feststellen, weil zu dieser Gattung eine Reihe von Algen gerechnet worden waren, die ganz anderen Gattungen oder sogar Familien angehören. *Ankistrodesmus* ist lange ein Sammelplatz für verschiedene ± langgestreckte, spindelförmige Zellen gewesen. So habe ich früher für einige von diesen als *Ankistrodesmus* (*Rhaphidium*) aufgeführten Algen die neue Gattung *Quadrigula* aufgestellt. Außerdem verstecken sich unter dem Namen *Ankistrodesmus* auch einige Algen,

die keine Autosporenbildung aufweisen, sondern sich durch einfache Zweiteilung, der Quere nach, vermehren. Durch diesen Vermehrungsmodus erweisen sie sich — trotz der morphologischen Übereinstimmungen mit *Ankistrodesmus* — als Vertreter ganz anderer Familien. Diese Arten müssen alle ausgeschieden und wohl in die Gattung *Rhaphidonema* Lagerh. eingereiht werden. Dies ist u. a. außer mit *A. nivalis* Chodat wahrscheinlich der Fall mit *A. pyrenogerum* (Chod.), *A. acutissimus* Archer, *A. polymorphum* var. *serians* Zach. und wohl auch mit gewissen als *A. Braunii* angeführten Algen. Die Zugehörigkeit von *A. Spirotaenia* G. S. West zu dieser Gattung scheint auch sehr fraglich zu sein. Übrigens bedarf die ganze Gattung einer Revision, besonders in bezug auf die Vermehrungsweisen der einzelnen Arten.

26. **Keratococcus** Pascher in Die Süßwasser-Fl. Deutschlands etc., H. 5 (1915) 216 (Fig. 104). (Inkl. *Ourococcus* Grobety in Bulletin de la Société Botanique de Genève, Ser. II, Vol. I [1909] 357; *Dactylococcus* Nägl. auct. pl.). — Zellen sehr vielgestaltig, ellipsoidisch, spindelförmig bis nadelförmig, gerade oder in verschiedener Weise gebogen (schlingelig, s-förmig oder fast kreisförmig), an den Enden meist zugespitzt oder auch an einem oder beiden Enden oft unsymmetrisch verschmälert und in längere oder kürzere farblose Fortsätze ausgezogen. Membran zart, leicht verschleimend. Chromatophor eine parietale Platte, die die Zellenden häufig frei läßt. Pyrenoid vorhanden oder fehlend. Assimilat Stärke. Vermehrung durch Bildung von 2—4 Autosporen, die durch Bersten oder Verschleimen der Mutterzellhaut frei werden. Zellen meist einzeln lebend, doch manchmal durch die leicht verschleimenden Membranen zu mehreren gehäuft.

Es sind 5 Arten beschrieben, an feuchten Stellen, an überrieselten Steinen, im fließenden Wasser oder auch als Plankton. Die Arten zeigen eine große Variabilität, und nur eine Art, *Keratococcus caudatus* (Hansg.) Pascher (= *Dactylococcus caudatus* Hansg. = *Ourococcus bicaudatus* Grobety) ist durch Grobety (1909) und Chodat (1913) einigermaßen vollständig bekannt. Bei einigen wird von Pascher Vermehrung durch Zweiteilung angegeben; sie gehören nicht hierher, sondern müssen sicherlich entweder in die Gattung *Rhaphidonema* oder in die Familie *Pleurococcaceae* eingereiht werden. *K. caudatus* ausgenommen, ist daher die ganze Gattung einer Neubearbeitung sehr bedürftig.

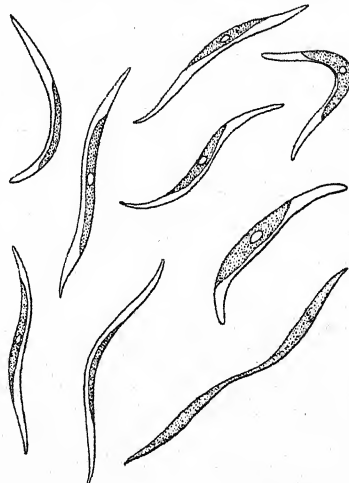


Fig. 104. *Keratococcus rhaphidioides* Pascher. (Nach Pascher, 1200/1.)

Wenig bekannte Gattung.

1. **Closteriococcus** Schmidle in Allgem. bot. Zeitschr. Karlsruhe (1905) 64. — Einzellig; die Zellen halbmondförmig mit parietalem Chromatophor ohne Pyrenoid und Stärke. Nur selten (bisweilen kurz nach der schiefen Querteilung) mit 1 Zellkern, gewöhnlich mit 2, seltener 4—8, welche in der Mittellinie stehen.

Nur 1 Art, *C. vinnheimensis* Schmidle als Süßwasserplankton in Europa.

Anm. Die Alge *Burkillia cornuta* W. et G. S. West (Wille, *Conjugatae* und *Chlorophyceae*, Nachträge I, 2 [1909, 67]) hat sich, J. Playfair (1918) zufolge, als mit *Spondylomorium quaternarium* Ehr. identisch erwiesen.

Protosiphonaceae.

Mit 4 Figuren.

Wichtigste Literatur: G. Klebs, Die Beding. d. Fortpflanzung bei einigen Algen u. Pilzen, Jena 1896. — B. Schussnig, Algologische Abhandlungen. Über einige neue und seltene Chlorophyceen der Adria. (Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mat.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 124, Wien 1915). — A. Pascher, Die Süßwasser-Fl. Deutschl. usw., H. 5, bearbeitet von Jos. Brunnthaler, Jena 1915). — G. S. West, *Algae*, Cambridge 1916. — G. J. Playfair, New and rare Freshwater Algae (Proceed. of the Linnean Soc. of New South Wales, Vol. XLIII, 1918). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — V. V. Miller, *Follicularia*, eine neue Chlorophyceengattung (Russisches Archiv für Protistologie, T. II, 1923).

Merkmale. Der Thallus besteht aus einer einzigen, meist relativ großen, kugeligen oder etwas unregelmäßigen, blasenförmigen Zelle, oft mit Neigung zur Bildung von farblosen Fortsätzen. In jeder Zelle wandständiges Plasma mit mehreren Zellkernen, einem netzförmigen oder mehreren Plättchenchromatophoren, welche mit Pyrenoiden versehen sind. Haarbildungen fehlen. Vermehrung durch Sprossung, Zoosporen und Aplanosporen; außerdem geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Isogameten.

Vegetationsorgane. Der einzellige Thallus ist blasenförmig, bisweilen schlauchförmig verlängert, mit einer großen zentralen Vakuole und im protoplasmatischen Wandbelag mit mehreren Zellkernen versehen. Als die einfachste Form ist wohl die eigenartige *Follicularia* anzusehen, welche kugelige, frei schwimmende Zellen darstellt, deren Membran durch periodische Verschleimung der äußeren Schicht eine oder mehrere durchsichtige, schleimgefüllte Blasen abspaltet, so daß die erwachsenen Zellen von bis 4 ineinander eingeschachtelten Blasen umhüllt sind, wodurch *Gloeocystis*-ähnliche Stadien entstehen. Die Zelle liegt in der Blase immer einseitig und ist in einem Punkte mit der Blasenhülle verbunden (Fig. 105). Die äußeren und älteren Blasen zerfließen allmählich. Neben solchen einzelnen Zellen kommen Kolonien von 6—32 kleinen, doch sehr ungleich großen Zellen vor, die von einer gemeinsamen Blase umhüllt sind und ihre eigenen Blasen besitzen. Die Zellen sind von einer Zellulosemembran umgeben, und in der äußeren Schicht des Protoplasten liegen zahlreiche Chromatophoren und Kerne, während der zentrale Teil mit vakuolisiertem Plasma erfüllt ist. Die Chromatophoren der jungen Zellen sind scheibenförmig, in älteren Zellen nimmt ihre Höhe zu, so daß sie prismenförmig werden. Im inneren abgerundeten Teil jedes Chromatophors liegt 1 Pyrenoid, welches von einem körnigen Assimilat, das keine Stärkereaktion aufweist, umgeben ist. Die Zellkerne sind klein, liegen dicht unter der Chromatophorenschicht, vermehren sich karyokinetisch, alle gleichzeitig.

Sphaerosiphon besteht aus einem rundlichen, ± in die Länge gezogenen Schlauche, der an größeren Meeresalgen ohne besonderes Haftorgan festsetzt. Im Wandplasma liegen zahlreiche recht große, dichtgestellte, polygonale Chromatophoren, die nur ganz enge Spalten zwischen sich lassen, und in der Mitte eines jeden Chromatophors ist ein wohlentwickeltes, stark lichtbrechendes Pyrenoid gelagert. Über die Kerne ist nichts bekannt.

Protosiphon und die etwas rätselhafte *Urnerella* sind beide Bewohner feuchter Böden. Der erstgenannte besteht aus einem kugeligen, grünen, oberirdischen Teil und einem langen meist unverzweigten, farblosen Wurzelteil. Eine große Zellsaftvakuole nimmt die Mitte der Zelle ein, und im plasmatischen Wandbelag liegen zahlreiche Kerne verteilt. Chromatophor parietal, netzförmig durchbrochen, mit zahlreichen Pyrenoiden und Stromastärke. Bei guter Ernährung sendet der Chromatophor starke Fortsätze in das Innere der Zelle vor. Die Zellen von *Urnerella* sind auch festsetzend, keulenförmig oder schlauchförmig und anscheinend dichtstehend. Der Chromatophor liegt im oberen Teil der Zelle und ist mit mehreren Pyrenoiden versehen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Teilung, durch Zoosporen und Aplanosporen. Bei *Protosiphon* vermehren sich die Zellen durch Teilung, indem die jungen Zellen durch Querwände in 4—16 Tochterzellen zerlegt werden, deren jede zu einem Schlauch heranwächst. Ältere Zellen pflegen im oberen Teile seitlich auszusprossen; diese Blasen senden neue Rhizoidfortsätze aus und werden schließlich abgegliedert. Bei *Protosiphon* ist Zoosporenbildung nicht bekannt. Unter wachstumshemmenden Bedingungen — besonders durch Wasserverlust, bei intensiver Besonnung usw. — tritt dagegen Zerfall des Protoplasten in einen bis viele Ballen ein, je nach Größe der Mutterpflanze. Diese Ballen oder Cysten bestehen aus Protoplasma mit einem Teil des Chromatophors und einer Anzahl von Kernen und sind von einer Membran umgeben. Kommen die Cysten alsbald nach ihrer Bildung wieder in relativ günstige Bedingungen, so können sie entweder direkt zu neuen Pflanzen heranwachsen, oder sie bilden Gameten. Bei längerer Einwirkung der schädlichen Faktoren färbt sich der Inhalt durch Hämatochrom meist rot, und die Membran wird derber. Sie sind dann als Hypnocysten zu bezeichnen, können längeres Austrocknen vertragen und erzeugen bei Benetzung Gameten.

Die von Miller bei *Follicularia* beschriebenen »Megasporen« stellen wahrscheinlich Cysten ähnlicher Art dar. Hier zerfällt der ganze Protoplast simultan in 8—32 ungleich große, aber stets mehrkernige Teile, welche durch Verschleimung der Mutterzellmembran

und der umgebenden Blasen frei werden. Sie wachsen direkt zu neuen Pflanzen heran. Bei dieser Teilung wird das zentrale vakuolisierende Plasma auch von den Tochterzellen aufgenommen. Bei *Follicularia* werden auch, aber viel seltener, Zoosporen gebildet. Sie entstehen durch simultanen Zerfall der Zelle in kleine, aber sehr zahlreiche Teile, und durch Verschleimung der inneren Zellmembranschichten werden sie aus der Mutterzelle herausgepreßt. Die Zoosporen sind rund oder oval, haben eine sehr ungleiche Größe, entbehren eines Augenflecks und pulsierender Vakuolen. Ihr hinterer Teil ist grün und enthält 1—5 Pyrenoide; das farblose Vorderende trägt 1—5 Paar Geißeln, die aus einem oder paarweise aus verschiedenen Punkten des Vorderendes entspringen, und im Innern liegen 1—5 Zellkerne. Wahrscheinlich entspricht jedem Kern, wie in den *Vaucheria*-Zoosporen, ein paar Geißeln, und die mehrgeißeligen Zoosporen von *Follicularia* könnten als Synzoosporen angesehen werden. Diese Synzoosporen treten neben normalen einkernigen Zoosporen auf und sind Hemmungsbildungen, die durch ein unvollkommenes Zerspalten des Protoplasten in einkernige Teile gebildet werden. Die Bewegungen der Zoosporen sind ziemlich langsam und begrenzt, und in der Mehrzahl kommen sie in der Mutterzelle zur Ruhe. Sie umgeben sich mit einer Membran und werden zu normalen vegetativen Zellen. Bisweilen werden anstatt Zoosporen Aplanosporen gebildet, besonders vor dem Austrocknen. Sie umgeben sich mit einer ziemlich dicken Membran und werden vermutlich zu Dauersporen.

Die Vermehrungszellen bei *Sphaerosiphon* sind Aplanosporen, die durch sukzessive Teilungen entstehen. Bei *Urnerella* ist die Vermehrung noch nicht sicher festgestellt; es kommen Sporen (vielleicht Zoosporen) vor.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bisher nur bei *Protosiphon* bekannt. Die Gameten können entweder aus dem protoplasmatischen Wandbelag der gewöhnlichen vegetativen Pflanze fast jeder Form und jeden Alters gebildet werden, oder es werden zuerst aus dem Inhalt der Mutterpflanze eine Anzahl rundlicher Körner gebildet, die sich im Lichte rot färben können und bei Benetzung Gameten bilden. Die Gameten sind ohne Geschlechtsdifferenz ei- oder spindelförmig mit 2 gleichen Geißeln, Stigma und kontraktile Vakuolen. Die Gameten bewegen sich schon innerhalb der Mutterzelle sehr lebhaft, treten dann aus einer verquollenen Stelle der Wandung heraus und können zu 2 bis mehreren kopulieren; sie bilden dann sternförmige, abgeflachte Zygoten, die eine längere Ruheperiode durchmachen, oder sie können zu glatten, rundlichen Parthenosporen heranwachsen, die bald zu keimen anfangen.

Keimung. Während die Parthenosporen sofort keimen, bedürfen die Zygoten einer längeren Ruheperiode, sie bilden im Licht Öl usw. und vertragen das Austrocknen sehr gut. Wie die Parthenosporen keimen sie direkt unter einfacher Sprengung der äußeren Membranschichten und wachsen ohne vorherige Schwärmerbildung direkt zu neuen Pflanzen heran.

Geographische Verbreitung. Die am weitesten verbreitete Gattung scheint *Protosiphon* zu sein, der auf feuchtem, besonders lehmigem Boden, an Teichrändern usw. sowohl in der Alten wie der Neuen Welt vorkommt. Die anderen Gattungen haben, soweit bisher bekannt ist, nur ein ganz beschränktes Verbreitungsgebiet. Die ebenfalls auf feuchtem Boden vorkommende *Urnerella* ist nur an einer einzigen Lokalität in Australien gefunden, *Follicularia* nur in einer Pfütze in der Umgebung von Iwanowo-Wosnessjensk (Zentralrußland), und *Sphaerosiphon* ist nur durch wenige Exemplare einer Kultur in der biologischen Station in Triest bekannt, im Freien wachsend dagegen überhaupt noch nicht gefunden.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Familie *Protosiphonaceae* bildet unzweifelhaft ein Bindeglied zwischen den *Protococcoideae* und den mehrkernigen *Siphonales* und *Siphonocladales* und ist wahrscheinlich von recht polyphyletischem Ursprung. Als der einfachste Typus muß wohl *Follicularia* angesehen werden, die sich wahrscheinlich den *Tetrasporaceae* anschließt. *Protosiphon* klingt wohl am nächsten an *Phyllobium* an, eine Annahme, die besonders dadurch eine Bekräftigung findet, daß Bristol in den Schläuchen von *Phyllobium* mehrere kleine Zellkerne gefunden hat. Inwiefern die Synzoosporen von *Follicularia* mit denen von *Vaucheria* in Zusammenhang gebracht werden können, oder ob sie nur Parallelförmigkeiten darstellen, läßt sich wohl zur Zeit mit Sicherheit kaum ausmachen. Auch die Cystenbildung der *Protosiphonaceae* scheint in gewisser Hinsicht mit

der segregativen Zellteilung der *Valoniaceae* Ähnlichkeit zu haben, aber ob diese segregative Teilung auch wirklich eine weitere, eigenartige Entwicklung dieser Cystenbildung darstellt, muß dahingestellt bleiben. Oltmanns hat auch *Blastophysa* unter die *Protosiphonaceae* eingereiht — vielleicht nicht mit Unrecht; sie unterscheidet sich eigentlich nur durch die Haarbildung und steht wahrscheinlich *Sphaerosiphon* ganz nahe. In welchem Grade die epi- oder endophytische Lebensweise einen umformenden Einfluß auf ihre morphologische Gestalt gehabt haben könnte, ist schwer zu sagen, ebenso, ob sie eine primitive oder eine durch diese Lebensweise reduzierte Form darstellt. Auch *Chaetosiphon* scheint mir in diesen Verwandtschaftskreis zu gehören, und der Sprung von *Protosiphon* zu *Halicystis* scheint mir auch nicht allzu groß zu sein.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen im Wasser lebend, freischwimmend oder an untergetauchten Gegenständen festsitzend.
 a. Zellen von weiten farblosen Blasen umgeben 1. *Follicularia*.
 b. Zellen ohne farblose Blasen 2. *Sphaerosiphon*.
 B. Zellen auf feuchter Erde, Lehm Boden usw., festsitzend.
 a. Zellen mit einem langen, farblosen, unterirdischen Wurzelteil versehen . 3. *Protosiphon*.
 b. Zellen ohne farblosen, unterirdischen Wurzelteil 4. *Urnerella*.

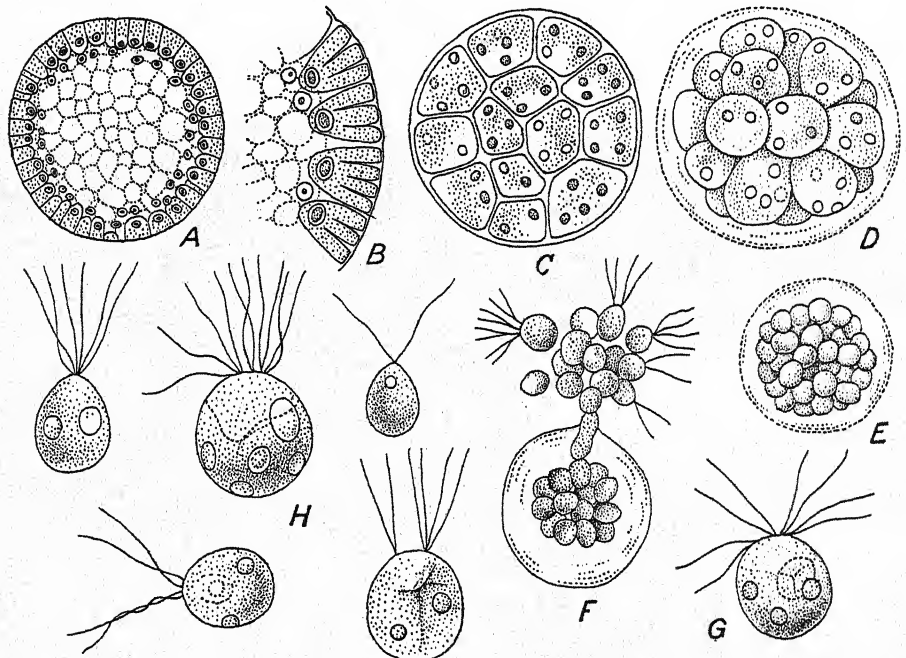


Fig. 105. *Follicularia paradoxa* Miller. A Mikrotomschnitt durch eine erwachsene *Follicularia*-Zelle mit Eisenhämatoxylin gefärbt; B Teil der Fig. A vergrößert, die Chromatophorenstruktur, die Pyrenoide, Zellkerne und Vakuolen sind sichtbar; C, D zwei aufeinanderfolgende Stadien der Zellteilung (Megasporenbildung); E Zelle in Zoosporenentleerung; F Zoosporenentleerung; G, H Zoosporen die aus ein und derselben Mutterzelle entstanden sind. (Nach V. V. Miller, A 500/1, B, G, H 1000/1, C—F 255/1.)

1. *Follicularia* Miller in Russ. Archiv f. Protistolog. Bd. II (1923) 153 (Fig. 105). — Zellen kugelig, frei schwimmend, von 1 oder mehreren ineinandergeschachtelten, durchsichtigen, erweiterten, von einem sehr flüssigen, zarten Schleim ausgefüllten Blasen umhüllt, welche durch periodische Verschleimung der äußersten Schicht der Zellulosemembran entstehen. In dieser Weise werden *Gloeocystis*-ähnliche Stadien gebildet, in denen die Zellen stets einseitig eingelagert sind und in einem Punkte mit der Blasenhülle in Verbindung stehen. Bisweilen kommen auch größere Kolonien von 6–32 kleinen, meist ungleich großen Zellen vor, die jede ihre eigene Blase besitzen und von einer gemeinsamen Hülle umgeben sind. In dem protoplasmatischen Wandbelag liegen zahlreiche scheiben-

förmige Chromatophoren, die in älteren Zellen an Höhe zunehmen, so daß sie mehr prismenförmig werden; sie enthalten je 1 Pyrenoid. Zahlreiche kleine Zellkerne liegen dicht unter der Chromatophorenschicht. Ungeschlechtliche Vermehrung durch simultane Teilung des Protoplasten in 3 Richtungen in 8–32 ungleich große, aber stets mehrkernige Tochterzellen (Megasporen), welche durch Verschleimung der Mutterzellmembran und der sie umgebenden Blasen frei werden. Sie wachsen direkt zu neuen Zellen aus, indem sie jede für sich neue Blasen aus der Zellmembran abspalten. Außerdem kommen rundlich-ovale Zoosporen vor, die durch simultanen Zerfall der Mutterzelle entstehen und durch Verschleimung der Mutterzellmembran frei werden. Die Zoosporen sind ungleich groß, je mit 1–5 Kernen, 1–5 Pyrenoiden und 1–5 Paar Geißeln versehen, die meist paarweise aus verschiedenen Punkten des Vorderendes entspringen. Sie kommen bald zur Ruhe, umgeben sich mit einer Membran und wachsen zu normalen vegetativen Zellen heran. Bis-

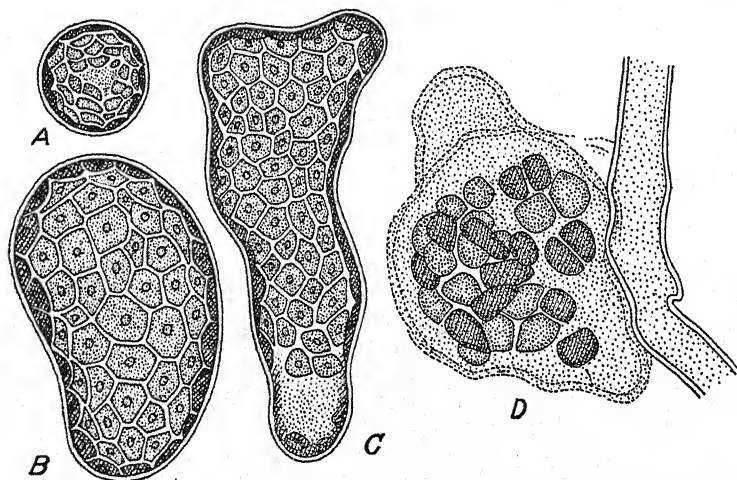


Fig. 106. *Sphaerosiphon solitarius* Schussnig. A Junge Zelle; B, C zwei erwachsene Zellen; D Aplanosporangium. (Nach B. Schussnig, ca. 1500/1.)

weilen werden anstatt Zoosporen Aplanosporen gebildet, die sich mit einer dicken Membran umgeben und zu Dauersporen entwickeln können.

Nur 1 Art, *F. paradoxalis* Miller, in einer Pfütze in der Umgebung von Iwanowo-Wosnessjensk (Zentralrußland) gefunden.

2. *Sphaerosiphon* Schussnig in Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, Abt. I, Bd. 124 (1915) 15 (Fig. 106). — Thallus eine rundliche, mit zunehmendem Alter etwas länglich werdende Blase, welche auf größeren Algen festsitzt. Das Plasma ist wandständig und führt eine Schicht von plattenförmigen, polygonalen Chromatophoren, welche je ein stark lichtbrechendes Pyrenoid enthalten. Aplanosporenbildung aus dem Zerfall des Inhaltes und dessen wiederholter Teilung entstehend. Die frei gewordenen Sporen setzen sich an dem Substrat fest und wachsen wieder zu einer anfangs kleinen runden Blase aus, die nach und nach die ursprüngliche Gestalt des erwachsenen Individuums annimmt.

Nur 1 Art, *S. solitarius* Schussnig, festsitzend an größeren Algen, in einer Kultur mit Meerwasser in der Zoologischen Station in Triest gefunden.

3. *Protosiphon* Klebs, Bedingung. d. Fortpflanzung (1896) 187 (Fig. 107). (*Botrydium* Wallr. p. p. auct. pl.) — Zelle zuerst kugelig, später schlauchförmig aus einem grünen, kugeligen, oberirdischen Teil und einem langen, meist unverzweigten, farblosen Wurzelteil bestehend. Der Chromatophor ist eine netzförmig durchbrochene Wandschicht mit mehreren Pyrenoiden; das Assimilationsprodukt ist Stärke. Viele Zellkerne sind im Protoplasma verteilt. Die Zellen vermehren sich durch Teilung, indem die jüngeren Zellen durch Querwände in 4–16 Tochterzellen zerlegt werden; die älteren Zellen teilen sich durch Aussprossungen im oberen Teil, welche später abgegliedert werden. Unter gewissen Bedingungen zerfällt das Protoplasma in eine Anzahl kugelig Cysten (Aplanosporen?), die sich rot färben und

ruhen. Die Cysten können unter Umständen direkt auswachsen. Sowohl die vegetativen Zellen wie die Cysten können eiförmige Isogameten mit 2 Geißeln und Stigma hervorbringen. Durch Kopulation der Gameten entstehen sternförmige Zygoten, die nach einer Ruhezeit direkt zu vegetativen Individuen auswachsen. Die nicht kopulierenden Gameten bilden Parthenosporen, die alsbald zu vegetativen Zellen herauswachsen können.

Nur 1 Art, *P. botryoides* (Kütz.) Klebs (= *Protococcus botryoides* Kütz., *P. coccoma* Kütz.), auf feuchter Erde bei Süßwasseransammlungen, wohl kosmopolitisch verbreitet. Diese Alge kommt oft mit dem habituell recht ähnlichen *Botrydium* vor.

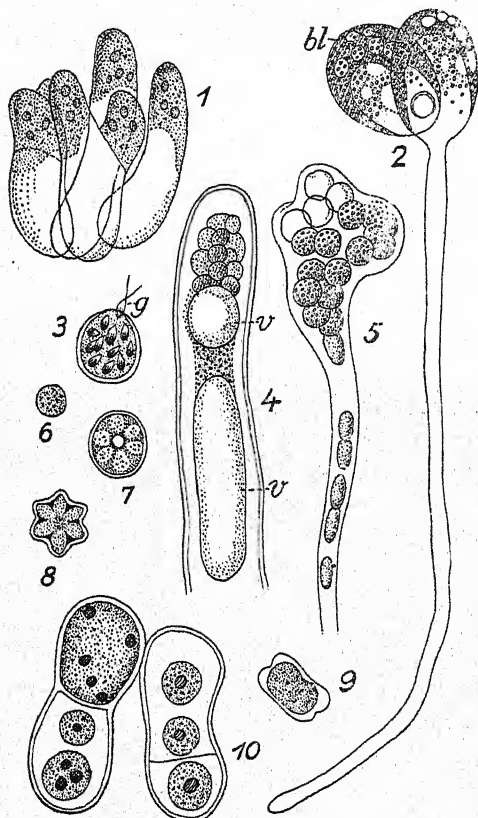


Fig. 107. *Protosiphon botryoides* (Kütz.) Klebs. 1 Zellen bei dichtem Wuchs; 2 Zellen, welche isoliert wachsen, in Verzweigung begriffen; 3, 4 Schwärmerbildung in verschiedenen alten Zellen; 5 Cysten zum Teil entleert; 6 Parthenospore; 7 Keimling aus derselben; 8, 9 Zygoten; 10 Cystenbildung. (Nach Klebs aus Oltmanns.)

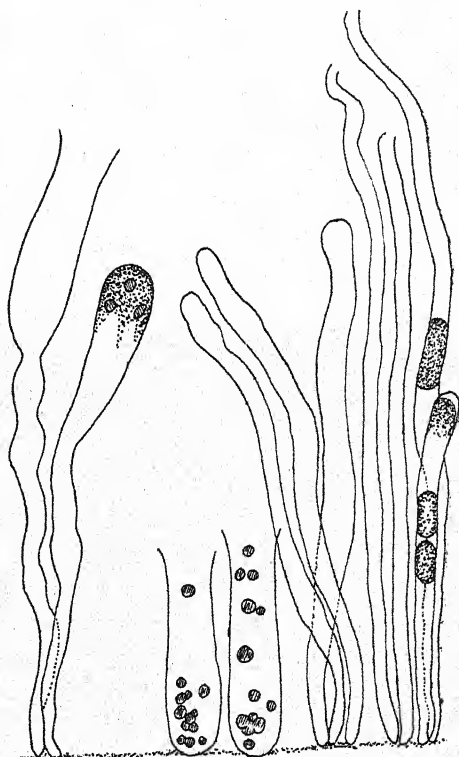


Fig. 108. *Urnerella terrestris* Playfair. Verschiedene Stadien, rechts wahrscheinlich Cystenbildung. (Nach Playfair, die beiden Exemplare links 330/1, die übrigen 500/1.)

4. *Urnerella* Playfair in Proceed. Linn. Soc. N. S. Wales, Vol. 43 (1918) 529 (Fig. 108).

— Zellen festsitzend, zuerst keulenförmig oder schlauchförmig, danach beim Aufspringen schmal urnenförmig mit annähernd parallelen Seiten, verbreiteter Mündung und abgerundeter Basis. Membran zart, hyalin. Chromatophor parietal, dem oberen Teil der Zelle eingelagert, mit mehreren Pyrenoiden versehen. Vermehrung wahrscheinlich durch Zoosporen, wodurch die ganze Zelle zu einem Zoosporangium umgebildet zu werden scheint. Möglicherweise kommen auch eine Art Cysten vor.

Die einzig bekannte Art *U. terrestris* Playfair, die auf feuchter Erde in Australien gefunden wurde, ist nur ziemlich ungenügend bekannt, und ich bin deshalb nicht sicher, ob sie diesen Platz behalten wird. Dieser Organismus scheint mir übrigens ziemlich zweifelhaft zu sein und ist habituell gewissen davon verschiedenen Chamaesiphoneen sehr ähnlich; ich will nicht unterlassen,

auf die große Ähnlichkeit mit der von Geitler im Jahre 1925 beschriebenen Gattung *Siphononema* speziell aufmerksam zu machen. Falls diese Organismen sich als identisch erweisen sollten, muß der Gattungsname *Uernerella* als der älteste aufrechterhalten werden.

Chaetophorales.

Thallus mehrzellig, aus einfachen oder mehrreihigen, verzweigten oder unverzweigten Zellfäden bestehend oder flächenartige, oft mehrschichtige Zellkörper bildend. Zellen ein- oder mehrkernig. Chromatophor meist plattenförmig, wandständig, oft netzartig durchbrochen, oder mehrere kleinere plattenförmige, mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch 2- bis 4keiβelige Zoosporen; geschlechtliche Fortpflanzung, wo bekannt, iso- oder heterogam.

Die Klasse besteht aus folgenden Familien: *Ulotrichaceae*, *Ulvaceae*, *Blastosporaceae*, *Chaetophoraceae*, *Trentepohliaceae*, *Wittrockiellaceae*, *Chaetopeltidaceae*, *Aphanochaetaceae*, *Coleochaetaceae*, *Cylindrocapsaceae*, *Oedogoniaceae*.

(Bestimmungstabelle der Familien S. 23—25.)

Ulotrichaceae.

Mit 17 Figuren.

Wichtigste Literatur: L. Rabenhorst, *Flora europaea Algarum*, III., Lipsiae 1868, S. 318 bis 327, 360—370. — A. Dodel, Die Kraushaar-Alge, *Ulothrix zonata* (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 10, Leipzig 1876). — N. Wille, Algologische Mittheilungen (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 18, Berlin 1887. — J. Schaarschmidt, Ném. chlorosporéak veget. (Magyar növény. lap., Bd. 7, Kolozsv. 1883). — V. B. Wittrock, Om *Binuclearia* (Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 12, Afd. 3, Stockh. 1886). — G. Lagerheim, Zur Entwicklungsgeschichte einiger Confervaceen (Ber. deutsch. bot. Gesellschaft, Bd. 5, Berl. 1887); Note sur l'*Uronema* (Malpighia, Bd. 1, Messina 1887). — F. Gay, Sur les *Ulothrix* aériens (Bull. Soc. bot. d. France T. 35, Paris 1888). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 151—177. — F. Gay, Recherches s. l. Dével. et la Class. de Algues vertes, Paris 1891. — G. de Lagerheim, Die Schneeflora des Pichincha (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. 10, 1892). — A. Borzi, Studi Algologici, II, Palermo 1895. — W. Schmidle, Aus d. Chlorophyceen-Flora d. Torfstiche zu Virnheim (Flora, B. 78, Marburg 1894). — G. Klebs, Beding. d. Fortpflanzung bei einig. Algen u. Pilzen, Jena 1896). — J. af Klercker, Üb. zwei Wasserformen von *Stichococcus* (Flora, B. 82, Marburg 1896). — W. Schmidle, Einige Baumalgen aus Samoa (Hedwigia, Bd. 36, Dresden 1897). — W. & G. S. West, Welwitsch's African Freshwater Algae (Journal of Botany, Vol. 35, London 1897). — K. Bohlin, Studier öfver Alggrupperna Confervales (Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handlingar., Bd. 23, Afd. III, No. 3, Stockholm 1897). — A. Luther, Üb. *Chlorosaccus* (Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 24, Afd. III, No. 13, Stockholm 1899. — F. Brand, *Mesogerron*, eine neue Chlorophyceengattung (Beibl. z. Hedwigia, Bd. 38, 1899). — R. Chodat, Sur trois genres nouv. d. Protococcoidées (Mém. de l'Herbier Boissier, No. 17, Genève 1900). — N. Wille, Studien über Chlorophyceen IV, V. (Videnskabselsk. Skrifter. M. Nat. Kl. 1900, No. 6, Christiania 1901). — R. Chodat, Algues vertes d. l. Suisse, Berne 1902. — T. E. Hazen, The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the U. S. (Memoirs of the Torrey Bot. Club, Vol. XI, New York 1901—1902). — W. Schmidle, Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen II. (Bericht. deutsch. bot. Gesellschaft, Bd. 21, Berlin 1903). — N. Gaidukov, Üb. d. Kulturen u. *Uronema*-Zustand d. *Ulothrix flaccida* (Bericht. deutsch. bot. Gesellschaft, Bd. 21, Berlin 1903). — G. S. West, A Treatise on the Brit. Freshwater Algae, Cambridge 1904. — G. Nadson, *Chlorobium limicola* Nads. (Bull. Jard. Imp. botan. St. Petersburg, T. 6, St. Petersburg. 1906). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, I (Jahrbuch d. Hamburg. Wissen. Anstalten XXIII, 1905, Hamburg 1906). — A. Pascher, Studien üb. die Schwärmer einiger Süßwasseralgen (Bibliotheca Botanica, H. 67, Stuttgart 1907). — F. S. Collins, The Green Algae of North America (Tufts College Studies, Vol. II, No. 3, Mass. 1909). — G. Haase, Zur Kern- und Fadenteilung von *Ulothrix subtilis*. (Arch. f. Hydrobiologie u. Planktonkunde, 1910). — N. Wille, Om Udviklingen af *Ulothrix flaccida* Kütz. (Svensk botan. Tidskrift, 1912). — R. Chodat, Monogr. d'algues en culture pure (Materiaux pour la flore crypt. Suisse (Bern 1913). — F. Brand, Berichtigungen bezüglich der Algengruppen *Stichococcus* Nägl. und *Hormidium* Kütz. (Ber. d. deutschen botan. Gesellschaft, Bd. 31, 1913). — J. Brunnthaler, Die Algengattung *Radiophilum* Schmidle und ihre systematische Stellung (Österr. botan. Zeitschrift,

1913). — K. Meyer, Über die *Microspora amoena* (Kütz.) Rab. (Ber. d. deutschen botan. Gesellschaft, Bd. 31, 1913). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering (Jena 1914). — J. Boye Petersen, Studier over danske ærofile Alger (D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., København 1915). — B. Schussnig, Algologische Abhandlungen. Über einige neue und seltene Chlorophyceen der Adria (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 124, 1915). — A. E. Lechmere, Eine epiphyllische *Ulothrix* (Naturw. Zeitschr. f. Land. u. Forstwirtschaft, Bd. 13, 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — A. Piercy, The Structure and Mode of Life of a Form of *Hormidium flaccidum* (Ann. of Bot., Bd. 31, 1917). — F. E. Fritsch, Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa. 2. A first Report on the Freshwater Algae, mostly from the Cape Peninsula (Ann. of the South African Museum, Vol. IX, 1918). — S. L. Ghose, A new Species of *Uronema* from India (Ann. of Bot., Bd. 34, 1920). — J. Jörstad, Undersøkelser over zygoternes spiring hos *Ulothrix subflaccida* Wille (Nyt Magazin f. Naturvidensk. Kristiania 1921). — R. Chodat, Matériaux pour l'Histoire des Algues de la Suisse (Bulletin de la Soc. Bot. de Genève, 1922). — N. Wille, Algen aus Zentralasien in Sven Hedin, Southern Tibet, Vol. VI, Part. III, Botany, Stockholm 1922. — Fr. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — F. E. Fritsch et Fl. Rich, Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa. 4. Freshwater and Subaerial Algae from Natal. (Transact. of the Royal Soc. of South Africa, Vol. XI, 1924).

Merkmale. Meist vielzellige, selten wenig- oder einzellige Algen, deren Zellen zu einfachen, einreihigen und unverzweigten Fäden vereinigt sind. Ausnahmsweise können die Fäden durch Längsteilungen mehrreihig werden. Die Zellen haben nur 1 Zellkern und 1 plattenförmigen oder gürtelförmigen, bisweilen netzförmig durchbrochenen Chromatophor mit oder ohne Pyrenoid. Zellwand meist homogen oder aus H-förmigen Stücken zusammengesetzt. Vegetative Vermehrung durch Vermehrungsakineten, welche entweder unmittelbar keimen oder erst nach einer Ruheperiode. Ungeschlechtliche Vermehrung auch durch Zoosporen und Aplanosporen. Makro- oder Mikrozoosporen mit 2 oder 4 Geißeln; sie entstehen einzeln oder zu zweien in jeder Mutterzelle. Geschlechtliche Fortpflanzung findet durch Kopulation von 2 geißeligen Gameten statt.

Vegetationsorgane. Der Thallus bildet normal einen unverzweigten Zellfaden, doch können zuweilen bei *Ulothrix* und *Hormidium* Längsteilungen auftreten, wobei eine Zellfläche oder ein Zellkörper (beschrieben als *Schizomeris*-Stadium) gebildet wird. Ob übrigen die von Kützting im Jahre 1843 beschriebene *Schizomeris* eine selbständige Gattung darstellt, ist noch unentschieden. Wille u. a. ziehen die ganze Gattung nur als ein Entwicklungsstadium in die Gattung *Ulothrix* ein, während von anderen (Hazen, Heering) dagegen behauptet wird, daß *Schizomeris* eine eigene Gattung darstelle. Hazen meint, daß *Schizomeris* am natürlichsten in die *Ulvaceae* einzureihen wäre. Das Ausschlüpfen der Zoosporen von *Schizomeris* ist auch ganz eigenartig, indem bei der Zoosporenbildung die Zellwände des ganzen Thallus oder jedenfalls die oberen zugrunde gehen, so daß die ganze Zoosporenmasse durch eine gemeinsame apikale Öffnung des Thallus ent schlüpft. Bei unregelmäßigen Teilungen unter gleichzeitiger Verschleimung entsteht auch ein *Palmella*-Zustand, meist bei abnormer Trockenheit.

Echte Zweigbildung fehlt den *Ulotrichaceae*. Bei *Hormidium* kann man bisweilen eine primitive Zweigliederung wahrnehmen, die unter gleichzeitiger Kniebildung des Fadens entsteht, indem die eine oder beide an der Knickungsstelle gelegenen Zellen Ausstülpungen hervortreiben.

Die meisten *Ulotrichaceae* bilden lange Zellfäden, aus vielen Zellen bestehend. *Uronema* ist relativ kurz, nur aus wenigen Zellen aufgebaut, und die Fäden von *Gloeotila*, *Stichococcus*, *Rhaphidonema* sind meistens sehr kurz, nur aus ganz wenigen Zellen bestehend oder sogar einzellig anzutreffen. *Rhaphidonema* ist durch ihre beiderseits scharf zugespitzten Faden- bzw. Zellenden charakteristisch (Fig. 120). Bei den meisten *Ulotrichaceae* sind die Zellen fast isodiametrisch, kurz vor der Teilung etwas länger. Längere Zellen haben z. B. gewisse Arten von *Stichococcus* und *Rhaphidonema*.

Die Fäden können entweder von Anfang an freischwimmen oder in der Jugend festsitzen (*Ulothrix*) oder wie bei *Uronema* (Fig. 122) während ihres ganzen Lebens festsitzen. Aus der wenig veränderten Basalzelle wird ein halbkugelförmiges Dermoid ausgeschieden. Alle Zellen sind gleichförmig und teilungsfähig, mit Ausnahme jedoch der Basalzelle, welche bei *Ulothrix* oft mit 1 oder 2 Hapteren versehen, bei *Microspora* sehr verlängert ist und sich verschmälert. Gewisse Arten des auf feuchter Erde lebenden *Hormidium* können

an den interkalaren Zellen Hapteren entwickeln, welche in die Erde eindringen und wahrscheinlich Nahrung aufnehmen können.

Die Membran der Zellen ist fast immer hyalin und farblos, aber übrigens recht mannigfaltig im Bau. Bei vielen Arten von *Ulothrix*, *Hormidium*, *Uronema* u. a. ist sie, wie bei den meisten anderen Algen, ringsum konzentrisch geschichtet, die Querwände von ungefähr gleicher Dicke. Bei *Binuclearia* findet während des ganzen Lebens der Zelle eine ununterbrochene Einlagerung von Zellsubstanz in die Querwände statt, welche infolge davon im Alter eine außerordentliche Dicke zeigen. Bei *Microspora* zeigt die Membran einen eigentümlichen Bau, indem an beiden Seiten zugespitzte Membranschichten, welche von den Querwänden ausgehen, abwechselnd übereinander greifen (Fig. 110 A). Wenn die Zellen sich teilen sollen, bildet sich in der Mitte der Zelle erst eine neue, an den beiden

Enden zugespitzte Schicht (Fig. 110 B), welche wächst, während die älteren Schichten auseinandergeschoben werden; hierauf teilt sich der Zellkern (Fig. 110 C), und die neue Querwand wächst als eine Ringleiste in die Zelle hinein (Fig. 110 D). Eine ähnliche H-Struktur der Membran ist — wenn auch etwas verwischt — bei gewissen *Ulothrix*-Arten u. a. festzustellen;

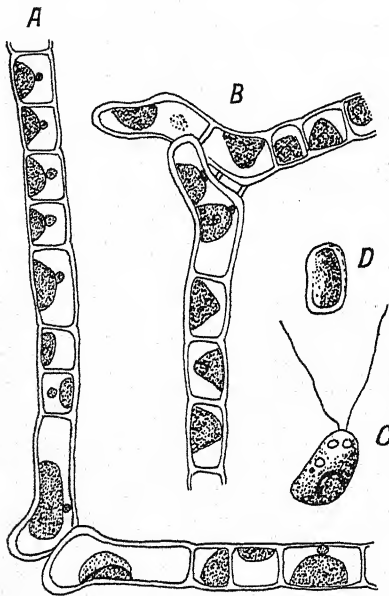


Fig. 109. *Hormidium rivulare* Kütz. A, B Terminale und interkalare Zweigbildung; C, D Zoospore und deren Keimungsprodukt. (A, B nach Hazen, 575/1; C, D nach Al. Braun.)

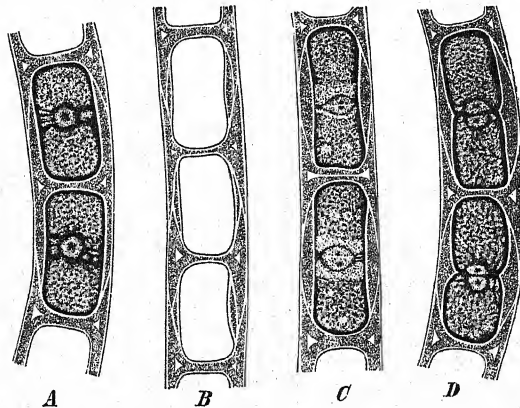


Fig. 110. *Microspora amoena* (Kütz.) Rab. var. *norvegica* Wille. A 2 Zellen vor der Teilung; B—D Zellteilungsstadien. (Nach Wille, 480/1.)

hier treten die Schwärmsporen z. B. stets aus der Mitte der Muttermembran hervor (Fig. 111, 114, 115), und die vorgestülpten Membranstücke erscheinen zugespitzt. Auch bei einem Zerfall der Fäden kann man häufig die Enden H-förmiger Teilstücke bemerken. Besonders deutlich tritt aber unter bestimmten Verhältnissen der H-Bau der Membran bei *Binuclearia tatrana* Wittr. auf, speziell an älteren Zellen. Hier wird man beim Zerfall toter Fäden die einzelnen H-Stücke der Membran recht lange wahrnehmen können. Bei gewissen Arten von *Hormidium* (z. B. *H. Lauterbornii* und *H. rivulare*) lassen sich ebenfalls H-förmige Stücke, jedenfalls gelegentlich nachweisen, ebenso wie es auf der anderen Seite *Microspora*-Arten gibt, bei denen H-Stücke nicht nachgewiesen sind. Diese Eigenschaft ist daher nicht von dem systematischen Wert, daß man allein daraufhin eine eigene Familie für die Gattung *Microspora* aufrechterhalten könnte, höchstens kann ich in den *Microspora*-Arten die Vertreter einer Unterfamilie sehen. Zum Unterschied von gewissen anderen Algen, deren Membran ebenfalls aus ähnlichen H-förmigen Stücken gebildet wird (*Heterocontae*), besteht die Membran bei *Microspora* und den übrigen *Ulotrichaceae* aus Zellulose.

Die Zellen von *Radiophilum* (Fig. 121) und *Geminella* (Fig. 118 F—H) sind meist in große Schleimhüllen eingebettet und bei ersterer Gattung überdies durch eine zwar nur

schwer sichtbare Gallertbrücke verbunden. Die eigentliche Zellmembran besteht bei *Radiophilum* aus 2 Hälften, und bei der Zellteilung erhält jede junge Zelle eine der Membranhälften der Mutterzelle, während die andere neugebildet wird. Bei *Geminella* liegen die einzelnen Zellen voneinander häufig getrennt, durch die Gallerthülle oder durch Gallertstränge zu Fäden vereinigt; kurz nach der Teilung runden sich nämlich die Zellenden ab, und die neugebildeten Zellen werden voneinander getrennt.

Zellkerne finden sich, von gewissen abnormen Zufälligkeiten bei *Ulothrix zonata* abgesehen, nur einer in jeder Zelle.

Der Chromatophor ist bei den meisten eine parietale, mitunter eingeschnittene Platte, die entweder die ganze innere Zellwand oder wie ein einerseits offener Hohlzylinder nur einen Teil derselben bekleidet. *Pearsoniella* (Fig. 116) hat einen ganz geschlossenen,

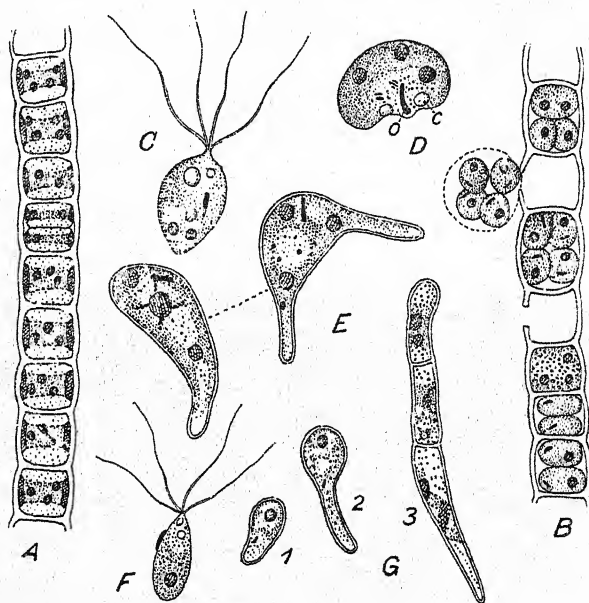


Fig. 111. *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kürz. A Vegetativer Faden; B Bildung von Zoosporen; C Makrozoospore; D, E keimende Makrozoospore; F Mikrozoospore; G, 1–3 verschiedene Stadien in der Keimung einer Mikrozoospore. o Stigma; c Vakuole. (Nach Klebs aus Oltmanns.)

gürtel- oder ringförmigen Chromatophor, der in jungen Zellen ganzrandig, in älteren dagegen häufig in fingerförmige Lappen eingeschnitten ist. *Microspora* führt einen plattenförmigen Chromatophor, der meist netzförmig durchbrochen ist oder sogar in mehrere bandförmige, oft armartig verzweigte Chromatophoren aufgelöst werden kann. Pyrenoide können entweder fehlen (*Stichococcus*, *Rhaphidonema*, *Binuclearia*, *Microspora*) oder auch in der Einzahl (*Hormidium*, *Ulothrix*-Arten, *Radiophilum*, *Geminella*), Zwei- oder Mehrzahl (*Uronema*, *Ulothrix*-Arten) vorhanden sein. Das Assimilationsprodukt ist entweder Stärke, wie bei *Ulothrix*, *Hormidium* und *Microspora*, oder eine Art Öl.

Ungeschlechtliche Vermehrung ist bei den meisten Gattungen der *Ulotrichaceae* bekannt. Von den ungeschlechtlichen Schwärmerformen lassen sich 2 Typen unterscheiden: 1. Die Makrozoosporen entstehen meist in Einzahl oder nur ganz wenige (nie viele) in jeder Zelle und sind mit 2 oder 4 Geißeln versehen, am Hinterende mit einem plattenförmigen Chromatophor, und zeigen meist einen deutlichen Augenfleck, der weit nach vorn gerückt ist. Sie keimen leicht, ohne Ruhestadium, mitunter sogar schon innerhalb der Muttermembran. 2. Die Mikrozoosporen entstehen in größerer Anzahl in jeder Zelle, sie sind demgemäß kleiner, und der Augenfleck ist meist ungefähr in der Zellmitte belegen. Sie führen auch entweder 2 oder 4 Geißeln.

Bei *Hormidium* entwickeln die Zellen je eine 2geißelige Makrozoospore ohne Augenfleck, die dorsiventral gebaut ist, indem sie eine gewölbte Rücken- und eine flache Bauchseite besitzt. Die 2 Zoosporenformen bei *Microspora* haben 2 oder 4 Geißeln, meist ohne Augenfleck, aber sie können nicht mit denen der übrigen Ulotrichaceen ohne weiteres verglichen werden. Sie keimen erst nach einer Ruheperiode.

Andere Vermehrungsorgane und Ruhezustände. Akineten und Aplanosporen sind bei den meisten Gattungen bekannt und können teils direkt keimen, teils erst in ein Ruhestadium übergehen. Die einfachste Form von Vermehrungsakineten findet sich bei *Hormidium*- und gewissen *Ulothrix*-Arten (*Arthrogonium* A. Br.), wo einzelne Zellen sich abrunden und sich von dem Mutterfaden ablösen. Dieser Vorgang kann zuweilen von einer starken Umwandlung des Fadens in Gallerte begleitet sein (*Hormospora* Bréb.), und die so gebildeten Vermehrungsakineten können entweder direkt zu einem neuen Faden auswachsen oder auch erst Schwärmsporen bilden. Zuweilen verdickt sich die Membran der Akineten in diesem

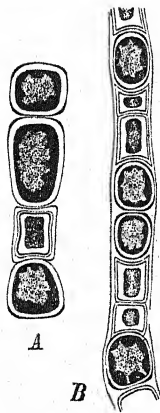


Fig. 112. *Ulothrix Pringsheimii* Wille. A, B Fäden mit Akineten und toten Zellen. (Nach Wille, 480/1.)

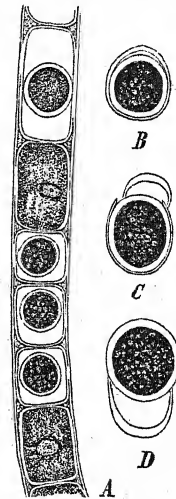


Fig. 113. *Microspora Wittrockii* (Wille) Lagerh. A Faden, welcher Aplanosporen bildet; B-D keimende Aplanosporen. (Nach Wille, 480/1.)

Stadium stark, und es können dann ruhende Akineten entstehen (*Geminella* [Turp.] Lagerh., *Arthrogonium* A. Br. mit Sporen). Bei *Binuclearia* und gewissen *Ulothrix*-Arten (*U. Pringsheimii*, Fig. 112) werden ruhende Akineten dadurch gebildet, daß die innere Schicht der Zellmembran sich stark verdickt und darnach die äußeren verschleimen, worauf die Akineten auseinanderfallen und beim Keimen in der Richtung des Mutterfadens auswachsen. Bei den *Microspora*-Arten können entweder, auf dieselbe Weise wie bei *Binuclearia*, Akineten gebildet werden (z.B. bei *M. pachyderma*) oder auch können Aplanosporen entstehen, indem der Zellinhalt sich kontrahiert und sich mit einer neuen Membran umgibt (*M. stagnorum*, *M. Willeana* und *M. Wittrockii*). Die Keimung geschieht entweder direkt (*M. stagnorum*) oder erst nach der Bildung eines *Palmella*-Stadiums, oder auch es kann der äußere Teil der Membran abgeworfen werden (*M. Willeana*, *M. Wittrockii*, Fig. 113).

Die Akineten sind Umwandlungsprodukte vegetativer Zellen und stehen den Aplanosporen in ihrer typischen Entwicklung scharf gegenüber. Die Aplanosporen sind Zoosporen, welche ihre Beweglichkeit eingebüßt haben, und es sind bei den Ulotrichaceen alle Übergänge von Zoosporen zu den Aplanosporen vorhanden; sie können als Derivate sowohl der Makro- wie der Mikrosporen entstehen. Aus diesem Grunde kann ich auch nicht die von Wille beschriebene Gattung *Hediniella* als eine von *Ulothrix* getrennte Gattung aufrecht-erhalten. Auch bei gewissen anderen fadenförmigen Algen, z.B. *Microspora*, *Tribonema* u. a. kommen in einer und derselben Gattung sowohl Zoo- wie Aplanosporen vor, je nach Spezies und äußeren Bedingungen, und diesem Charakter kann deshalb nur geringer systematischer Wert zugeschrieben werden.

Außerdem ist bei den Ulotrichaceen vegetative Vermehrung durch Zerfall der Fäden in Fadenstücke oder einzelne Zellen — Vermehrungsakineten — sehr häufig, und bei gewissen Gattungen ist dieser Vermehrungsmodus der wichtigste für die Regeneration der Arten.

Palmella-Stadien kommen z. B. bei gewissen *Ulothrix*-Arten dadurch zustande, daß die Zellen eines Fadens sich auch durch Längswände teilen, und indem alle Tochterzellen sich abrunden und ihre Membran verquellen, werden *Palmella*-ähnliche Gallerthäufchen gebildet. Bei der Keimung liefern sie Schwärmsporen.

Microspora-Arten überwintern sehr allgemein in der Weise, daß die Zellfäden an ihrer äußeren Seite mit Kalk- und Eisenablagerungen inkrustiert werden, worauf sich dann bei Beginn der neuen Vegetationsperiode die äußere inkrustierte Schicht mit einem ringförmigen Riß öffnet und die überwinterten Zellen sich sodann zu neuen Fäden entwickeln.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nur bei 2 Gattungen, *Ulothrix* und *Hormidium*, bekannt und besteht bei beiden in einer Kopulation schwärmender Gameten entweder ohne

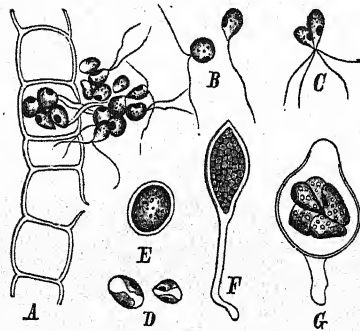


Fig. 114. *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz. A Teil eines Fadens mit ausschwärmenden Gameten und bereits entleerten Zellen; B Gameten; C Kopulationsstadium; D junge Zygoten; E, F Keimungsstadien von Zygoten; G eine solche mit den Zoosporen (Aplanosporen?). (Nach Dodel-Port, 482[1].)

(*Ulothrix*) oder mit einem nur schwach hervortretenden Geschlechtsunterschied (*Hormidium*). Die Gameten werden bei *Ulothrix* wie die Mikrozoosporen in den vegetativen Zellen in großer Zahl (4 oder mehrere) in jeder Zelle gebildet und treten durch ein rundes Loch in der Wand aus. Die Gameten sind eiförmig, haben an dem vorderen eirunden Ende 2 Geißeln und einen roten Augenfleck (Fig. 114 B). Sie verschmelzen miteinander zu 2 oder zuweilen zu mehreren, und es entsteht zuerst eine Zygozoospore mit 4 Geißeln, die noch eine Zeitlang beweglich bleibt und dann eine runde Zygote bildet (Fig. 114 D), die sofort Zeichen einer Keimung zeigt, indem sie unmittelbar an Größe zunimmt.

Die Gameten können sich auch parthenogenetisch entwickeln. Sie runden sich ohne weiteres ab und umgeben sich mit einer Membran — Parthenospore — welche eine Zeitlang ruht.

Bei *Hormidium* ist eine Kopulation nur bei *H. flaccidum* beobachtet worden. Hier entstehen die Gameten einzeln in den Zellen. Sie haben 2 Geißeln

und ein rotes Stigma. Nach der Größe und Gestalt lassen sich Makro- und Mikrogameten unterscheiden. Sie kopulieren oder können sich auch parthenogenetisch entwickeln. Bei *Microspora* kommen sog. Gametozoosporen vor, die sich jedoch ohne Kopulation entwickeln.

Keimung. Bei *Ulothrix* nimmt die Zygote sofort an Größe zu und verdickt dabei ihre Membran (Fig. 114 D—F), doch vergeht geraume Zeit, ehe sie ihre vollständige Entwicklung erreicht hat; es wird dann an der einen Seite der Zygote eine hervortretende Membranverdickung gebildet, worauf der Inhalt der Zelle durch simultane Zellteilung sich in eine Anzahl von Aplanosporen oder vielleicht auch Zoosporen teilt (Fig. 114 G), welche nach der Sprengung der Haut zu neuen Fäden auswachsen. Oft wachsen sie heran noch innerhalb der Zygotenmembran. Die Aplanospore wird bei der Keimung zu Basalzellen in den neuen Fäden.

Verbreitung. Die meisten Ulotrichaceen kommen im Süßwasser, sowohl in rasch fließenden Strömen wie in Teichen und Seen, oder auf feuchtem Boden, Mauern, Klippen usw. vor; gewisse *Ulothrix*-Arten und eine Art von *Uronema* sind auch Meeresbewohner. *Ulothrix*, *Hormidium*, *Microspora* und *Stichococcus*-Arten gehören zu den gewöhnlichsten, in allen Teilen der Erde, von den arktischen und antarktischen Gegenden bis zum Äquator, vorkommenden Süßwasseralgen. *Binuclearia* ist eine alpine oder subalpine Hochmoorpflanze, die bisher in der Ebene nicht gefunden ist. Sie ist nach Rabanus ein Eiszeitrelikt. *Rhaphidonema nivale* Lagerh. ist Bewohner des Schnees und Firns in großer Höhe, wohl über die ganze Welt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die *Ulotrichaceae* schließen sich durch ihre niedrigsten Formen sowohl an die *Tetrasporaceae* wie die *Pleurococcaceae* an. Gewisse Arten von *Stichococcus* und *Rhaphidonema* könnten ebensogut zu den *Pleurococcaceae* gerechnet werden, und die erwähnten Gattungen bilden Übergänge zwischen den beiden Familien. In gewisser Hinsicht ist auch Verwandtschaft mit den *Ulvaceae* zu finden.

Hormidium ist mit *Ulothrix* so nahe verwandt, daß man sie beinahe als eine Unterart davon ansehen könnte. Etwas höher entwickelt ist vielleicht *Uronema* und die durch ihre eigentümlichen Verdickungen der Querwände charakterisierte *Binuclearia*, welche sich an *Microspora* anzuschließen scheint. *Uronema* verbindet die *Ulotrichaceae* mit den *Chaetophoraceae*, denn ihre Ähnlichkeit mit *Stigeoclonium* ist in mehrfacher Hinsicht deutlich.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen mit den fast ebenen Querwänden zu langen Fäden ohne besondere Gallerthülle vereinigt. Querwände gleich dick.
 - a. Chromatophor ein ganzer Gürtel oder Hohlzylinder, mit ebenem oder fingerförmig eingeschnittenem Rand 2. *Pearsoniella*.
 - b. Chromatophor ein einerseits offener Hohlzylinder oder eine einseitige, gebogene Platte.
 - I. Vermehrung meist durch Zoosporen 1. *Ulothrix*.
 - II. Vermehrung meist durch Vermehrungsakineten 5. *Hormidium*.
 - c. Chromatophor parietal, meist netzförmig durchbrochen oder in mehrere bandförmige oder armförmig verzweigte Bänder aufgelöst 10. *Microspora*.
- B. Zellen in einfachen Fäden mit sehr dicken und ungleich dicken Querwänden . 9. *Binuclearia*.
- C. Zellen in einreihigen Fäden, von einer mächtigen Gallerthülle umgeben oder durch Gallertstränge verbunden.
 - a. Zellen senkrecht zur Fadenachse gestreckt; Gallerthülle mit einer von den Zellen ausgehenden strahligen Struktur. Membran aus 2 Hälften bestehend 7. *Radiophilum*.
 - b. Zellen in der Längsrichtung der Fäden gestreckt, von einer homogenen Gallertschicht umgeben, oder die runden Zellen durch Gallertstränge verbunden 8. *Geminella*.
- D. Zellfaden kurz, bisweilen nur aus 2 Zellen bestehend, bisweilen einzelne Zellen.
 - a. Fäden oder Einzelzellen an einem oder an beiden Enden scharf zugespitzt 6. *Rhaphidonema*.
 - b. Fäden oder Einzelzellen nicht scharf zugespitzt.
 - I. Zoosporen fehlen 3. *Stichococcus*.
 - II. Zoosporen vorhanden 4. *Gloeotila*.

1. *Ulothrix* Kütz. Alg. Dec. (1836) 144 (Fig. 111, 112, 114 und 115). (*Myxonema* Fries p. p. [non Corda], *Plantae homonemae* [1825] 343; *Hormiscia* Fries p. p., *Flora Scanica*

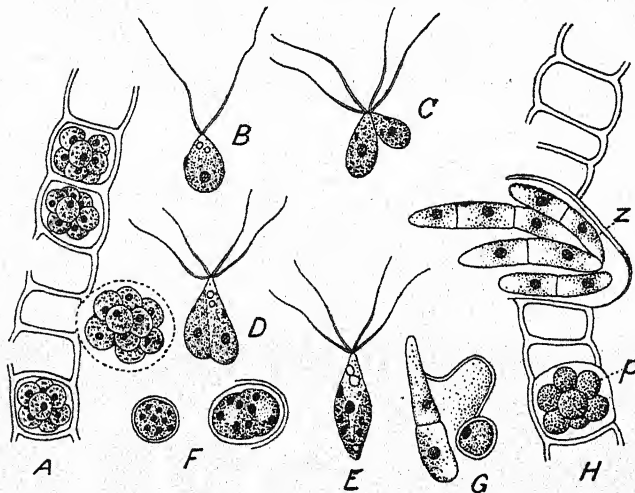


Fig. 115. *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz. A Bildung und Entleerung von Gameten; B Gamet; C—E fortschreitende Stadien in der Kopulation; F Zygote resp. Parthenospore; G deren Keimung; H Faden mit Parthenosporen (p), daneben gekeimte Zoosporen (z). (Nach Klebs.)

[1835] 327; *Conferva* Kützing, auct. pl.; *Arthrogonium* A. Braun p. p. in Rabenhorst, Alg. europ.; *Hormotrichum* Kützing, auct. pl.; *Hormospora* Brébisson in Ann. Sci. Nat. Bot. III [1] [1844] 25; *Lyngbya* Hass. p. p., Brit. F. W. Alg. [1845] 220; *Eulothrix* Pascher, Stud. üb. Schwärmer einig. Süßwasseralgen in Bibl. Botanica 67 [1907] 101; *Hemilothrix* Pascher, l. c. 100; *Proulothrix* Pascher, l. c. 100; *Hediniella* Wille, Algen aus Zentralasien in Sven Hedin, Southern Tibet, Vol. VI, Part III [1922] 176). — Die Zellen zu einem unverzweigten Zellfaden vereinigt (durch sekundäre Längsteilungen können Zellkörper — *Schizomeris*-Stadium — entstehen). Alle Zellen sind gleichförmig mit Ausnahme einer abgerundeten, bisweilen zugespitzten Endzelle und einer teilungsunfähigen verlängerten Basalzelle. Chromatophor parietal, plattenförmig, meist breiter als die Hälfte der Zellwand und daher an den Rändern scheinbar umgeschlagen; enthält 1 oder mehrere Pyrenoide. Zellwand dünn oder dick und geschichtet. Unter Eintritt ungünstiger Verhältnisse verschleimt die Membran leicht, entweder nur die Außenwände oder auch die Querwände, und die Fäden gehen in den sog. *Hormospora*-Zustand über, der vielleicht auch mit der Bildung von Ruhe-

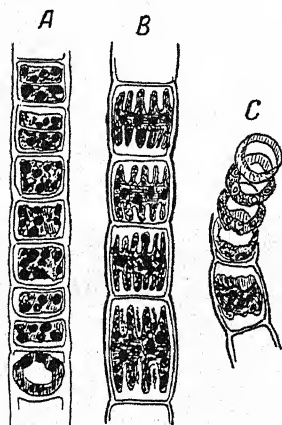


Fig. 116. *Pearsoniella variabilis* Fritsch et Rich. A Junger Faden; B älterer Faden mit eingeschnittenen Chromatophoren; C Faden mit mehreren losen, gürtelförmigen Chlorophyllbändern. (Nach Fritsch u. Rich., A und C 250/1, B 450/1.)

kineten verbunden ist. Ruhekineten können auch direkt durch Verdickung der Membran und Anhäufung von Reservennahrung entstehen. Bei unregelmäßigen Teilungen unter gleichzeitiger Verschleimung entstehen *Palmella*-ähnliche Zustände. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Makrozoosporen, die bei sukzedaner Teilung der Zellen in eine kleinere Anzahl, 1 bis 4, entstehen. Sie können auch in den Zellen des *Palmella*- und des *Schizomeris*-Zustandes gebildet werden. Sie haben 4 Geißeln und ein weit nach vorn gelegenes Stigma und werden, in einer gemeinsamen Vakuolenblase zusammengehalten, frei gelassen. Außerdem kommen kleinere 4- oder 2zellige Zoosporen vor, die in einer größeren Anzahl in jeder Zelle gebildet werden. Bei ihnen liegt der Augenfleck etwa in der Mitte. Aplanosporen, die zu 1, 2, 3 oder 4 in jeder Zelle entstehen können, sind bei gewissen Arten bekannt. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Gameten, die zu 8 oder mehreren in jeder Zelle gebildet werden. Sie können sich auch parthenogenetisch entwickeln. Bei der Kopulation entsteht eine 4wimperige Zygozoospore, die eine Zeitlang beweglich ist, aber später zur Ruhe kommt. Die Zygozoosporen liefern bei der Keimung eine größere Anzahl von Aplanosporen (oder auch Zoosporen?), welche nach Sprengung der Haut direkt zu neuen Fäden auswachsen.

Etwa 30 Arten in Süß-, Brack- und Salzwasser in allen Weltteilen. Viele Arten sind jedoch ganz unsicher, und gewisse der als *Ulothrix* beschriebenen Arten sind sicher zu den folgenden Gattungen *Stichococcus* und *Hormidium* zu rechnen.

Im Süßwasser ist die verbreitetste Art *U. zonata* (Web. et Mohr.) Kütz., welche bisweilen mit Längsteilungen auftritt, im Meereswasser sind *U. flacca* (Dillw.) Thur., *U. pseudoflacca* Wille und *U. consociata* Wille in den nördlichen Meeren sehr verbreitet.

Sekt. I. *Eulothrix* (Kütz.) Vermehrung durch Zoosporen; Aplanosporen kommen nur ausnahmsweise vor.

Sekt. II. *Hediniella* (Wille, Algen aus Zentralasien, in Sven Hedin, Southern Tibet, Vol. VI, Part. III, 1922, 176, als Gattung!). Vermehrung durch Aplanosporen. Zoosporen unbekannt. Z. B. *U. pamirica* (Wille) Printz (= *Hediniella pamirica* Wille) aus Pamir. Wahrscheinlich gehört zu dieser Sektion u. a. auch *U. Pringsheimii* Wille.

2. *Pearsoniella* Fritsch und Rich in Transact. Roy. Soc. South Africa, Vol. XI (1924) 315 (Fig. 116 A—C). — Fäden unverzweigt, einreihig, nur sehr selten treten Längsteilungen auf, so daß die Fäden mehrreihig werden können. Zellen zylindrisch, oder bisweilen ganz schwach aufgeblasen, kürzer oder länger als breit, meist mit verdickter, gallertartiger, mitunter deutlich geschichteter Membran. Der Chromatophor ist ein parietaler, vollständig geschlossener, gürtel- oder ringförmiger Zylinder, der mit mehreren Pyrenoiden versehen ist. In jüngeren und kürzeren Zellen ist der Chromatophor schmal und ganzrandig, bei

älteren und breiteren Zellen dagegen \pm eingeschnitten, so daß der Chromatophor am Rande lange, schmale, fingerförmige Lappen erhält. 1 Zellkern in der Zellmitte belegen. Vegetative Vermehrung durch Vermehrungsakineten, die einfach beim Zerfall der Fäden in einzelne Zellen oder kürzere Fadenstücke gebildet werden. Weiteres nicht bekannt.

1 Art, *P. variabilis* Fritsch und Rich in Süßwasser in Südafrika. Wahrscheinlich gehört zu dieser Gattung auch die südafrikanische *Ulothrix gelatinosa* Fritsch.

Anm. Diese Alge ist mit *Ulothrix* zweifellos nahe verwandt, und ich bin sehr im Zweifel, ob sie als eigene Gattung aufrechterhalten werden kann. Mir scheint es wahrscheinlicher, daß sie nur eine Sektion von *Ulothrix* darstellt. Um ihre systematische Stellung ganz sicher feststellen zu können, muß man aber weitere Untersuchungen abwarten.

3. **Stichococcus** Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. (1849) 76 (Fig. 117 A, B). (Inkl. *Ulothrix* Kützling p. p., Spec. Alg. [1849] 349; *Arthrogonium* A. Braun p. p. in Rabenhorst, Alg. europ.; *Dactylothece* Lagerheim, Bidrag till Sver. Algfl. in Öfvers. af Kgl. Sv. Vetenskaps-Akad. Förhandl. [1883] No. 2, 64; *Dendronema* Schmidle, Einige Baualgen aus Samoa in Hedwigia, Bd. 36 [1897] 22, Taf. VI, 1; *Hormococcus* Chodat, Algues vertes de la Suisse in Mater. pour la Flor. Crypt. Suisse I [1902] 268—270; *Planctonema* Schmidle, Bemerk. zu einig. Süßwasseralgen in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. 21 [1903] 354, Taf. XVIII,

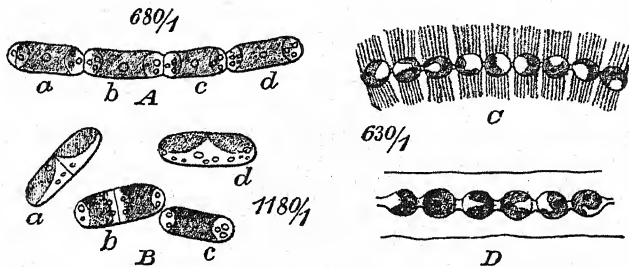


Fig. 117. A, B *Stichococcus bacillaris* Nägl. A Fadenstück in Fließkultur; B getrennte Zellen in Teilung begriffen. — C, D *Geminella conjunctiva* (Schmidle) Wille. C nach Färbung mit Hämatoxylin. (A, B nach J. af Klercker, A 680/1, B 1180/1; C, D nach W. Schmidle, 630/1.)

Fig. 20; ? *Nannochloris* Naumann, Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen in Arkiv f. Botanik, Bd. 16 [1919] 18, Fig. 10—12). — Die Zellen länglich, entweder einzellig oder zu kürzeren oder längeren Fäden vereinigt, bisweilen mit einer Basalzelle, die in der Form wenig von den übrigen Zellen abweicht, befestigt. Die Zellen haben meistens eine dünne Membran, die aber vergallertet und Schleim-Hüllen bilden kann, einen zentralen Zellkern und eine parietale oder zentrale Chlorophyllplatte, die fast nur die Hälfte der Zellwand bedeckt, ohne Pyrenoid; oft kommen zwei polar gelegene Vakuolen vor. Vegetative Vermehrung ausschließlich durch Vermehrungsakineten, die durch Trennung der Fadenzellen oder Reihen von Zellen entstehen.

22 Arten werden angegeben, die meisten sind aber ungenügend bekannt und sehr unsicher. Sie kommen in allen Weltteilen meistens als Luftalgen an Baumstämmen, in Gewächshäusern u. a. O. vor, einige auch in süßem oder brackischem Wasser, oder auch auf dem ewigen Schnee.

4. **Gloeotila** Kützling, Phycol. gen. (1843) 245 (Fig. 118 A—E). (*Stichococcus* Hazen p. p., The Ulothrichaceae and Chaetophoraceae of U. S. in Mem. Torr. Bot. Club, Vol. XI, No. 2 [1902]). — Zarte Zellen, zu längeren oder kürzeren Fäden vereinigt, die häufig von einer Schleimhülle umgeben sind. Die zylindrischen bis ellipsoidischen Zellen sind 1—2mal länger als breit und stoßen mit dem größten Teil der Endflächen aneinander. Fäden an den Querwänden nicht oder nur leicht eingeschnürt. In jeder Zelle ein wandständiger Chromatophor ohne Pyrenoid. Der Chromatophor kann entweder nur einen Teil oder die ganze Zellwand bedecken. Vegetative Vermehrung durch Vermehrungsakineten, die durch Zerfall der Fäden entstehen, oder durch 2geißelige Zoosporen, die einzeln in jeder Zelle entstehen. Vermehrungsakineten entstehen auch durch Abrundung der Zellen und durch völligen Zerfall der Fäden.

5 oder 6 Arten im Süßwasser, mitunter planktonisch oder auf feuchtem Boden in allen Weltteilen. *G. protogenita* Kütz. (= *G. mucosa* Borzi) ist im Süßwasser, auf feuchtem Boden usw. weit

verbreitet; *G. contorta* Chodat kommt als Plankton vor; *G. caldaria* Kützing ist in warmen Ländern weit verbreitet und kommt auch in Warmhäusern und heißen Quellen vor.

Anm. Die Gattung steht sowohl *Hormidium* wie *Stichococcus* nahe und bildet ein Verbindungsglied zwischen diesen Gattungen.

5. **Hormidium** (Klebs, Fortpfl. d. Algen u. Pilze [1896] 326) Heering in Pascher, Süßwasserflora Deutschlands usw., Heft 6 (1914) 41 (Fig. 109 und 119). (*Ulothrix* sekt. *Hormidium* Kützing, Spec. Alg. [1849]; *Hormiscia* Hansgirg p. p., Flora 71 [1888]; *Stichococcus* Gay p. p., Sur le Developpement et la Classific. quelques Algues vertes [1891]; *Pseudulothrix* Pascher, Stud. üb. Schwärmer einig. Süßwasseralgen in Bibliotheca Botanica 67 [1907] 103). — Zellen zu einreihigen Fäden verbunden, ohne besonders ausgebildete Basal- und End-

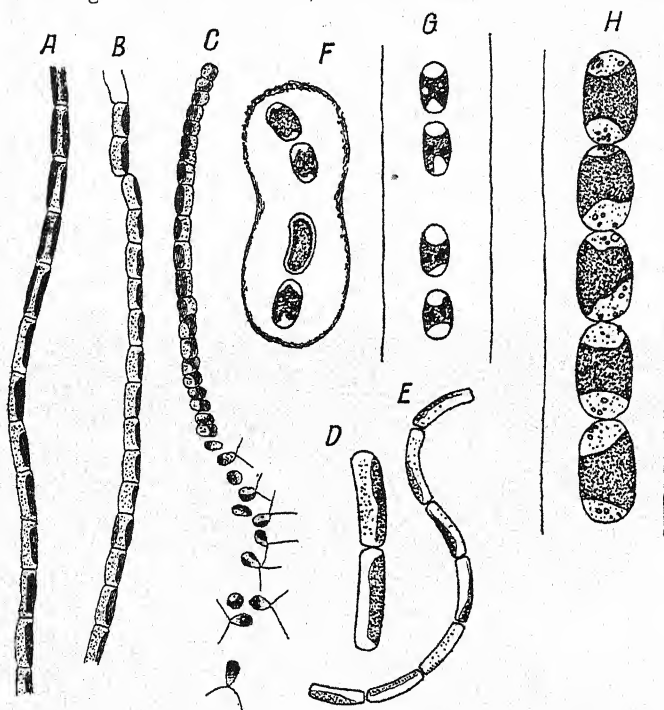


Fig. 118. A—C *Gloeotila protogenita* Kütz. A Vegetativer Faden; B mit Bildung von Vermehrungsakineten; C Faden in Zoosporenbildung. — D, E *Gloeotila contorta* Chodat. — F, G *Geminella interrupta* (Turp.) Lagerh. F Vermehrungsakineten; G vegetativer Faden. — H *Geminella mutabilis* (Nägl.) Wille. (A—C nach Borzi, 200/1; D, E nach Chodat; F, G nach Lagerheim, 480/1; H nach G. S. West, 440/1.)

zelle. Zweigbildung, unter gleichzeitiger Kniebildung der Fäden, kommt mitunter dadurch zustande, daß die Zellen Ausstülpungen hervortreiben. Zellen zylindrisch mit abgestutzten Enden, die dicht zusammenstoßen, die freien Fadenenden sind abgerundet. Membran zart, oft klebrig, nie aber verschleimend. Chromatophor eine parietale Platte, die wie ein Halbzylinder höchstens die Hälfte der Zellwand bedeckt; 1 Pyrenoid meist deutlich sichtbar. 1 zentral gelegener Zellkern. Vegetative Vermehrung durch Abrundung der Zellenden und Zerfall in einzelne Fadenstücke oder Einzelzellen (Vermehrungsakineten), die eine Zeitlang meist knieförmig zusammenhängen. Ruheakineten werden durch Abrundung der Zellen unter gleichzeitiger Verdickung der Membran und Speicherung von Reservenernährung gebildet. Makrozoosporen mit 2 Geißeln entstehen einzeln in einer Zelle und werden durch eine seitliche Öffnung frei. Die Makrozoosporen sind dorsiventral, mit einer gewölbten Rücken- und einer flachen Bauchseite, und farblosem Vorderende, ohne Stigma; dagegen befinden sich im Vorderende 2 pulsierende Vakuolen. Ein Chromatophor liegt an der Rückenseite, während die Bauchseite farblos ist. Aplanosporen entstehen einzeln in den Zellen, können sofort nach Freiwerden keimen oder gehen in einen Ruhezustand über. Bei

einer Art (*H. flaccidum*) sind Gameten beobachtet. Sie entstehen einzeln in den Zellen, haben 2 Geißeln und ein rotes Stigma. Nach der Größe lassen sich Makro- und Mikrogameten unterscheiden. Kopulation ist wahrgenommen. Die Makrogameten können auch parthenogenetisch keimen.

Es sind viele Arten von *Hormidium* beschrieben; eine Anzahl davon kann wohl am besten in größere Sammelarten eingereiht werden, andere sind unsicher. Die Nomenklatur der hierhergehörigen Algen ist sehr verwickelt.

Sekt. I. *Euhormidium* Heering in Pascher, Süßwasser-Fl. Deutschl. usw., H. VI, (1914) 43. Luftalgen, selten im Wasser. Hierher gehören die Formen, die im althergebrachten Sinn als die

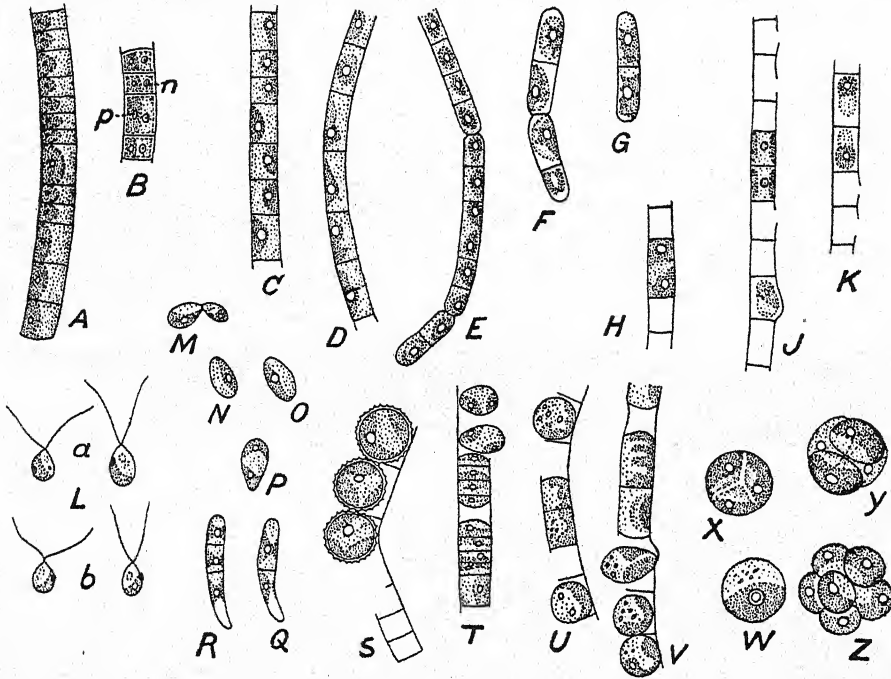


Fig. 119. *Hormidium flaccidum* A. Br. A—E Verschiedene vegetative Fäden; B mit Safranin gefärbt wodurch der Zellkern (*n*) mit seinem Nukleolus deutlich hervortritt, im Chromotophor ist ein Pyrenoid zu sehen (*p*); F, G Vermehrungsakineten; H—K Entstehung der Gametozoosporen, eine Zoospore entsteht in jeder Zelle, in H entstehen jedoch deren zwei in einer Zelle; La Makro- und Lb Mikrogameten M Kopulationsstadium von einem Makro- und einem Mikrogameten; N—P keimende Gameten; Q, R junge Pflanzen, durch Keimung aus den Gameten hervorgegangen; S ruhende Aplanosporen; T—V Entstehung von Aplanosporen; W Aplanospore, die kurz vor der Keimung an Größe zugenommen hat; X, Y Teilungsstadien der Aplanosporen, eine tetraedrische und eine kreuzweise Teilung; Z Aplanospore in 8 Tochterzellen geteilt. (Nach Wille, A, B, M—P, S—Z, 610/1, C—L, Q, R 570/1.)

Luftalgen aus der Gattung *Ulothrix* bezeichnet wurden. Ferner gehört hierher die Mehrzahl der *Stichococcus*-Formen mit Pyrenoid. Z. B. *H. pseudostichococcus* Heering (= *Stichococcus bacillaris* Gay p. p.) und *H. flaccidum* A. Br.

Sekt. II. *Pseudulothrix* (Pascher als Gattung!) Heering l. c. 47. Wasserbewohner, die sich von *Ulothrix* in erster Linie durch die zwimperigen Makrozoosporen unterscheiden. Auch im Bau der Zellen und bei der Bildung der Vermehrungsakineten zeigen sie mehr Beziehung zu den Luftalgen der Gattung *Hormidium* als zu *Ulothrix*. Z. B. *H. subtile* (Kütz.?) Heering (= *Ulothrix subtilis* Kütz. p. p. = *Stichococcus subtilis* Klercker), *Hormidium fluitans* (Gay) Heering (= *Stichococcus fluitans* Gay) und *H. rivulare* Kütz. (= *Stichococcus rivularis* [Kütz.] Hazen).

6. *Rhaphidonema* Lagerheim in Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 10 (1892) 530 (Fig. 120). (*Rhaphidium* Chodat p. p., Flore des Neiges du Col des Ecardies in Bull. Herb. Boiss. IV [1896] 886, Tab. IV, 25—36). — Zellen gerade oder gekrümmt, einzeln lebend oder durch wiederholte Querteilungen zu kürzeren Fäden vereinigt, die an einem oder beiden

Enden \pm lang borstenförmig zugespitzt sind. Der Chromatophor ist parietal, plattenförmig, ohne Pyrenoid. Vegetative Vermehrung durch Zerfall des Fadens längs einer Querwand in zwei Teile, deren jeder wieder zu einer vollständigen Zelle oder zu einem vollständigen Faden auswächst.

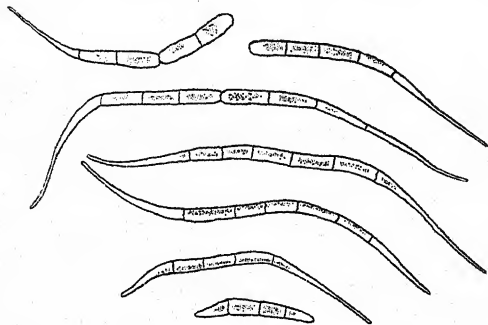


Fig. 120. *Rhaphidonema nivale* Lagerh. Verschiedene Teilungsstadien. (Nach Lagerheim.)

3 Arten in Sumpfen oder als »Schneevalgen« wohl über die ganze Welt verbreitet. Die häufigste scheint *R. nivale* Lagerheim (= *Rhaphidium nivale* [Lagerh.] Chodat) zu sein.

7. Radiophilum Schmidle in Flora, Bd. 78 (1894) 47 (Fig. 121). (*Geminella* Wille p. p. in E. P. Nat. Pflanzenfam., Nachtr. T. I, Abt. 2 [1909] 72; *Ulothrix* (*Hormospora*) Wille p. p. in Forh. Vid.-Selsk. Christiania [1880] Nr. 11, 63, Taf. II, Fig. 41—42; *Hormospora* Brébisson p. p. in Möbius in Abh. Senckenb. Naturf. Ges. XVIII [1894] Taf. I, Fig. 22—25.) — Zellen meist zu einreihigen, ausnahmsweise verzweigten, frei-

schwimmenden Fäden vereinigt, die kurz und brüchig oder auch lang und biegsam sein können. Die Fäden sind von einer dicken Gallerthülle umgeben, die eine von den Zellen ausgehende radiale Streifung aufweist. Die Form der Zellen ist kugelförmig, ellipsoidisch oder fast spindelförmig, voneinander getrennt oder durch einen Gallertstrang verbunden. Die Längsachsen der Zellen stehen häufig senkrecht zur Fadenrichtung. Die Zellwand

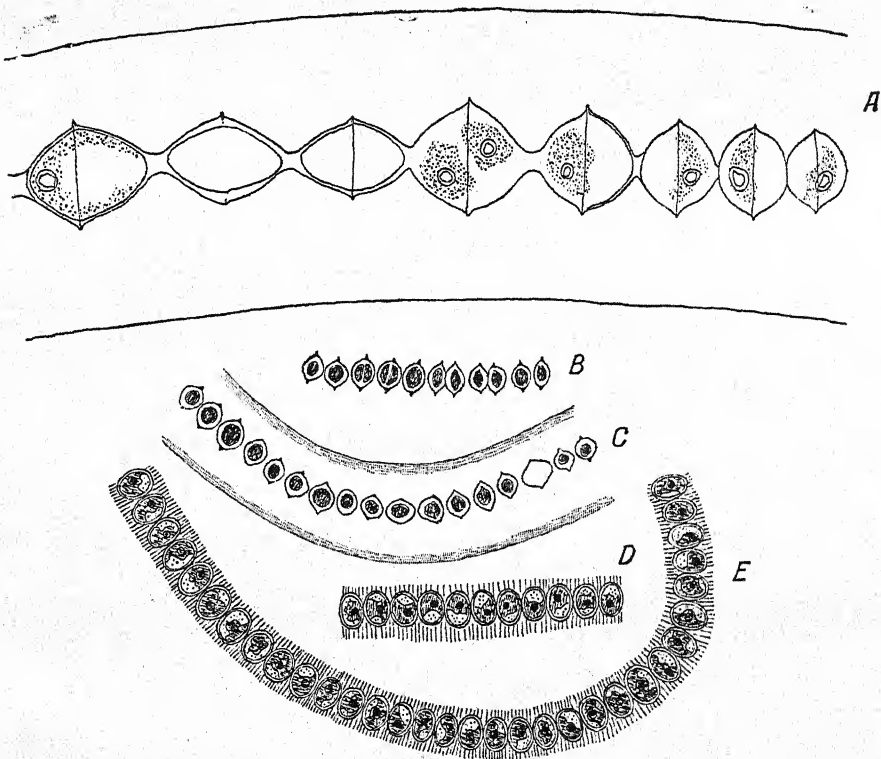


Fig. 121. A—C *Radiophilum apiculatum* W. et G. S. West. A Faden, an dem die Zellmembranen deutlich in 2 Hälften geteilt sind. — D, E *Radiophilum flavescens* G. S. West. (A nach Chodat; B, C nach Bohlin, 600/1; D, E nach G. S. West, 520/1.)

besteht aus 2 Schalen. Bei der Zellteilung erhält jede junge Zelle eine der Membranhälften der Mutterzelle und bildet die zweite Hälfte neu. Der Chromatophor ist parietal und enthält 1–2 Pyrenoide. 1 Zellkern. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen unsicher.

3 Arten aus Süßwasser in allen Weltteilen zerstreut. Die häufigsten sind: *R. conjunctum* Schmidle (= *R. apiculatum* W. et G. S. West = *Geminella conjunctiva* [Schmidle] Wille) und *R. irregulare* (Wille) Brunnthaler (= *Ulothrix* [Hormospora] *irregularis* Wille = *Hormospora transversalis* Breb.).

An m. Die systematische Stellung dieser Gattung ist etwas unsicher. Die Zweischaligkeit der Membran, der Teilungsmodus und der Bau der Gallerthüllen findet sich in ähnlicher Ausbildung nur bei den *Desmidiaceae*, und die Gattung wird daher von Brunnthaler zu den *Desmidiaceae* gestellt, in die Subfam. *Placodermaceae* in die Nähe von *Desmidium*. Wie es sich mit den von Schmidle angegebenen Zoosporen verhält (die bisher nicht wieder gefunden sind), ist jedoch zu beachten.

8. **Geminella** Turpin in Mem. Mus. hist. nat., Tom XVI (1828) 329 (Fig. 118, F–H). (*Hormospora* Nägl., Gattungen einzell. Algen [1849] 78; *Interfilum* Chodat et Topali, Mater. pour l'Histoire des Algues de la Suisse in Bullet. de la Soc. Bot. de Genève [1922] 9). — Zellen zylindrisch-oval-rundlich, zu freischwimmenden, meist verzweigten Fäden entweder von einer gemeinsamen homogenen Gallerthülle oder mittels Gallertsträngen verbunden. Meist liegen die Zellen deutlich voneinander getrennt, und selbst wenn sie zusammenstoßen, ist die Berührungsfläche sehr gering. Bei den Formen mit getrennten Zellen sind nach der Teilung die beiden Tochterzellen einander genähert. Die Zellen haben einen zentralen Zellkern und eine parietale Chlorophyllplatte mit 1 Pyrenoid. Zoosporen fehlen. Vegetative Vermehrung durch Querteilung und Abtrennung von Fadenstücken. Mitunter treten auch Teilungen in mehreren Richtungen auf, wodurch Zellenhaufen entstehen; durch Auflösung der verbindenden Gallertmassen werden die einzelnen Zellen frei und können zu neuen Fäden auswachsen. Ruheakineten mit braunen Zellwänden können vorkommen.

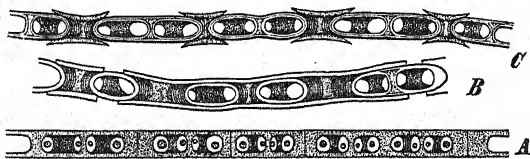


Fig. 122. *Binuclearia tatrana* Wittrock. A Stück eines Fadens, dessen Zellen sich in schneller Teilung befinden; B Faden mit Akineten; C Faden mit keimenden Akineten. (A nach Wittrock, B, C nach Wille, 320/1).

Ca. 11 Arten im Süßwasser, oft als Plankton, wahrscheinlich in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Hormospora* (Brébisson in Mem. Soc. Falaise 1840 et Ann. sc. nat. 1844, 25 — als Gattung!). Die Zellen von einer homogenen Schleimhülle umgeben, z. B. *G. interrupta* (Turp.) Lagerh. und *G. mutabilis* (Nägl.) Wille.

Sekt. II. *Interfilum* (Chodat et Topali in Bullet. de la Soc. Bot. de Genève, 1922, 9 — als Gattung!). Die Zellen sind durch einen Gallertstrang verbunden, z. B. *G. paradoxum* (Chodat et Topali) Printz (= *Interfilum paradoxum* Chodat et Topali).

9. **Binuclearia** Wittrock in Bih. t. Vet. Akad. Handl., Stockholm, Bd. 12, III (1886) 9 Fig. 122). — Fäden unverzweigt, einreihig, in der Jugend mit einem Haftorgan auf der Basalzelle, die mitunter ein Dermoid ausscheidet, festsitzend. Zellen zylindrisch-elliptisch, teilen sich durch Querwände, die nach der Teilung allmählich verdickt werden, so daß die Zellen oft weit auseinanderrücken. Dadurch werden die Querwände zwischen den Zellen eines Fadens von sehr verschiedener Dicke; gleich dicke Wände schließen die aus einer Teilung hervorgegangenen Fadenabschnitte ein. Die jüngsten Querwände sind die dünnsten. Auf der Außenseite der Fäden, jedenfalls an älteren Exemplaren, scheiden die Querwände einen Gallertmantel aus, so daß die Fäden hier von Gallertgürteln umgeben werden. Durch Ausdehnung der Gallertgürtel kann schließlich der ganze Faden von ihnen eingeschlossen werden. Die Zellen enthalten einen ringförmigen, parietalen Chromatophor, der fast die ganze Längswand der Zellen bedeckt. Pyrenoid scheint zu fehlen oder ist wenigstens nicht leicht sichtbar. Vegetative Vermehrung durch Ruheakineten, die durch Verdickung der innersten Schicht der Zellmembran entstehen. Sie bleiben oft im Fadenverband, und unter ringförmiger Sprengung der äußeren Zellwand können sie frei werden und sich zu teilen beginnen. Zoosporen ungenügend bekannt.

1 Art, *B. tatrana* Wittrock, in süßem Wasser, besonders im Hochmoorwasser in Gebirgs-gegenden kosmopolitisch verbreitet.

10. **Microspora** (Thuret in Ann. Sc. Nat., Sér. III, 14 [1850] 221) emend. Lagerheim, Entwicklungsgesch. einig. Conferv. (1888) 417 (Fig. 110 und 123). — Die Zellen bilden eine einfache, in der Jugend vielfach festsitzende, sonst freischwimmende Zellreihe mit geringem Unterschied zwischen Scheitel und Basis. Bei gewissen Arten ist die Zellmembran scheinbar ganz homogen, bei den anderen dagegen, im optischen Längsschnitt, aus H-förmigen Stücken zusammengesetzt, derart, daß jede Zelle von den aneinanderstoßenden Teilen zweier H-Stücke umgeben wird. Die Zellwand besteht nur aus Zellulose. Der Chromatophor ist etwas verschieden, entweder parietal plattenförmig, fast die ganze oder jedenfalls den größten Teil der Zellwand bedeckend, oder er kann oft netzförmig durchbrochen oder sogar

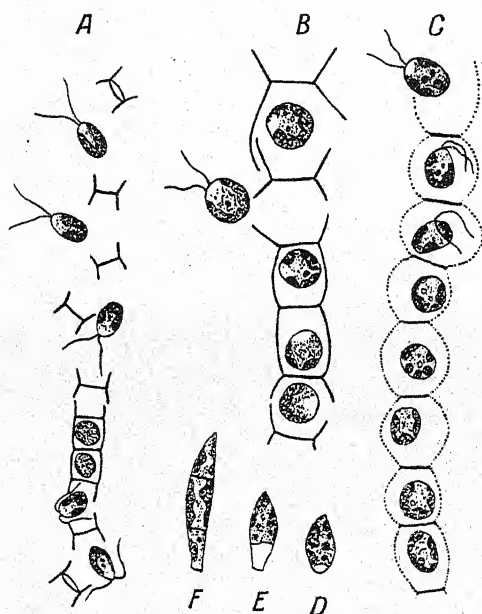


Fig. 123. A *Microspora tumida* Hazen. Ausschlüpfen der Zoosporen, die Zellwand ist in H-förmige Stücke aufgelöst. — B *Microspora floccosa* (Vauch.) Thur. Ausschlüpfen der Zoosporen. — C–F *Microspora stagnorum* (Kütz.) Lagerh.; C Ausschlüpfen der Zoosporen; die Membran wird nicht in H-Stücke aufgelöst, sondern verschleimt vollständig; D–F Keimung und erste Entwicklungsstadien einer Zoospore. (Nach G. S. West, 500/1.)

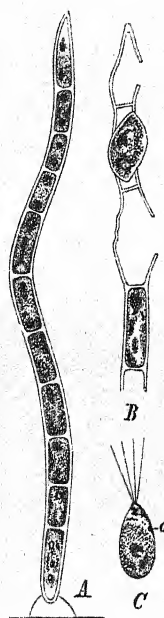


Fig. 124. *Uronema confervicolum* Lagerh. A ein vegetativer Zellfaden; B Zoosporenbildung; C Zoospore, o roter Augenpunkt. (Nach Lagerheim.)

in einzelne, nur lose zusammenhängende Bänder aufgelöst sein. Pyrenoid fehlend. Der Zellkern meist recht groß, stets in der Einzahl vorhanden. Ungeschlechtliche Vermehrung durch 2- und durch 4geißelige Zoosporen. Beide Typen entstehen nur zu 1 oder 2 in jeder Mutterzelle, mit oder ohne Stigma; die 2geißeligen Zoosporen sind eiförmig, die 4geißeligen kugelförmig. Außerdem kommen birnförmige oder längliche 2geißelige Sporen vor, die zu 2 bis vielen in jeder Mutterzelle entstehen. Die letzteren sind vielleicht als Gametozoosporen anzusehen, doch entwickeln sie sich ohne Kopulation zu Dauerstadien. Die Zoosporen werden durch Verschleimung der Fäden oder durch Zerfall derselben in H-förmige Stücke frei. Aplanosporen werden anscheinend bei gehemmter Entwicklung aller drei Typen von Zoosporen gebildet. Bei den Mikrozoosporen sind deren 1–2, bei Hemmung von Gametozoosporen 1–16 in jeder Zelle. Akineten entstehen durch Verdickung der inneren Membran der vegetativen Zellen.

14 Arten ausschließlich im Süßwasser, sowohl in stehendem wie fließendem, über alle Weltteile verbreitet. Z. B. *M. stagnorum* (Kütz.) Lagerh. (= *Conferva stagnorum* Kütz. = *Ulothrix stagnorum* Kütz.).

Anhang.

Im folgenden führe ich einige Gattungen auf, die entweder ungenügend bekannt sind oder deren systematische Stellung noch nicht sicher festgestellt ist. Sie scheinen jedoch alle ihre nächsten Verwandten bei den Ulotrichaceen zu haben.

1. **Hormidiopsis** Heering in Pascher, Süßwasserfl. Deutschlands etc., Heft 6 (1914) 50. (*Hormidium* Kützing p. p., Phyc. germ. [1845]; *Schizogonium* Kützing, l. c. p. p; *Ulothrix* Kützing p. p., Species [1849] 350). — Zellen in kurzen Fäden, die mitunter längsgesteilt sind. Die Zellen stoßen mit ihren ganzen Endflächen aneinander. Chromatophor die ganze Zellwand innen bedeckend, ohne Pyrenoid. Vegetative Vermehrung durch Zerfall des Fadens, meist unter gleichzeitiger Verschleimung. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Aplanosporen, die zu 8 oder mehr in jeder beliebigen Zelle entstehen können.

Einzige Art *H. crenulata* (Kütz.) Heering (= *Hormidium crenulatum* Kütz.).

Es ist zu beachten, ob vielleicht diese Alge zu den *Blastosporaceae* gehört. Es bedarf auch weiterer Untersuchungen, um festzustellen, ob unter diesem Namen nicht mehrere Arten vereinigt sind.

2. **Uronema** Lagerheim in Malpighia, Vol. I (1887) 518 (Fig. 124). — Die relativ kurzen Zellfäden sitzen ihr ganzes Leben hindurch mit einem kuppelförmigen Haftorgan, einem *Dermoid*, fest. Die Endzelle ist etwas zugespitzt oder auch breit abgerundet, alle Zellen sind teilungsfähig. Die Querwände sind alle von ungefähr der gleichen Dicke, und die Zellmembran ermangelt der für *Microspora* eigentümlichen Struktur. Der Chromatophor ist wandständig und scheibenförmig mit unebenem Rand, enthält 2 (selten nur 1) Pyrenoide und erzeugt Stärke. Pyrenoide können auch fehlen. Die Schwärmsporen, welche durch eine große Öffnung in der Zellwand austreten, sind eiförmig, haben 4 Geißeln und 1 roten Augenpunkt und wachsen direkt zu einem neuen Zellfaden aus. Sie entstehen einzeln oder zu zweit in jeder Mutterzelle. Aplanosporen kommen vor, aber ihre Keimung ist unbekannt. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.



Fig. 125. *Catena viridis* Chod.
(Nach R. Chodat.)

5 Arten im Süßwasser und im Meere, wohl in allen Weltteilen. Die gewöhnlichste ist *U. confervicolum* Lagerh. Im Meereswasser kommt *U. curvatum* Printz vor.

Anm. Es bedarf weitere Untersuchungen, um festzustellen, ob die Gattung *Uronema* aufrechtzuerhalten ist, oder ob sie eine Sektion von *Ulothrix* darstellt.

3. **Psephotaxis** W. et G. S. West in Journ. of Bot., Vol. 35 (1897) 33. — Die Zellen sind kugelig, elliptisch oder birnenförmig, oft gekrümmt, 3—7 zu kurzen, unregelmäßigen, gekrümmten Fäden vereinigt. Die Fäden epiphytisch, unverzweigt oder pseudoverzweigt, von einem festen, farblosen Schleime, der durch Umbildung der äußeren Membranschichten entsteht, umgeben. Die Zellwand ist sehr dick und deutlich geschichtet. Alle Zellen sind teilungsfähig. Vegetative Vermehrung durch Zellteilung und Aufbrechen der Fäden in kürzeren Stücken.

Nur 1 Art, *P. lamellosus* W. et G. S. West, epiphytisch an Süßwasser-Schizophyceen in Afrika und Europa.

4. **Catena** Chodat in Mem. de L'Herbier Boissier, No. 17 (1900) 9 (Fig. 125). — Zellen zylindrisch, meistens 4 zu kurzen Fäden vereinigt; an der Mitte jeder Endfläche ist eine konische Erhöhung, wodurch die Zellen zusammenhängen; an jedem Zylinderende und bisweilen an der Mitte der Zelle ist ein verdickter Ring. Der Chromatophor bildet eine parietale eingeschnittene Platte ohne Pyrenoid. Vermehrung und Befruchtung sind unbekannt.

Nur 1 Art, *C. viridis* Chod. als Süßwasserplankton in Dänemark.

Anm. Die systematische Stellung dieses Organismus, dessen Entwicklungsgeschichte ganz unbekannt ist, läßt sich nicht feststellen. Chodat stellt diese Gattung zu den Protococcoideen.

5. **Schizomeris** Kützing in Linnaea, Bd. XVII (1843) 89. (*Merizothrix* Reinke, Über einige Süßwasseralgen in Amtl. Bericht der 50. Vers. deutscher Naturf. und Ärzte in München [1877] 206). — Thallus fadenförmig, am Grunde mit einer Haftscheibe festsitzend oder frei schwimmend, unten aus einer, oben aus mehreren nebeneinanderliegenden, fest vereinigten Zellreihen bestehend, die durch sekundäre Teilungen des primären Zellfadens

nach verschiedenen Richtungen des Raumes zu einem festen Zellkörper geworden sind. Der ganze Zellkörper wird von einer dickeren Membran umgeben, die der Außenwand des ursprünglichen einfachen Fadens entspricht. In diese sind die Querwände gleichsam eingefügt. Der Chromatophor ist eine parietale gebogene Platte, mit 1 oder mehreren Pyrenoiden. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Makrozoosporen mit 4 Geißeln und Stigma.

2 oder 3 Arten im Süßwasser in allen Weltteilen. Die gewöhnlichste ist *S. Leibleinii* Kützing (= *Merizothrix bangioides* Reinke). Die Gattung zeigt große Übereinstimmungen sowohl mit *Ulothrix* wie *Uronema*. Es ist auch sehr fraglich, ob es wirklich eine selbständige Gattung *Schizomeris* gibt, oder ob sie alle nur Entwicklungsstadien (*Schizomeris*-Zustand) von *Ulothrix* darstellen.

6. Chlorobium Nadson in Bull. Jard. Imp. Bot. St. Petersbourg, T. VI (1906). — Die grünen Zellen sind sehr klein, kugelig, elliptisch oder stäbchenförmig und hängen zu langen Ketten zusammen, die von Gallerte umgeben sind. Vermehrung der Zellen durch Querteilung.

Nur 1 Art, *Ch. limicola* Nads., im salzigen Schlamme der Ostsee und in einem Salzsee in Südrußland.

Anm. In diesem Organismus ist spektroskopisch Chlorophyll nachgewiesen; ob differenzierte Chromatophoren und Zellkerne existieren, ist aber noch unbekannt. Es ist deshalb noch fraglich, ob dieser Organismus zu den Chlorophyceen oder zu den Bakterien gerechnet werden muß.

Mesogerron Brand in Hedwigia, Bd. 38 (1899) Beibl. 182, gehört möglicherweise auch hierher. Sie wird unter den Zygnemataceen näher besprochen werden.

Ulvaceae.

Mit 3 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. D. Hooker, The botany of the antarctic voyage of Erebus and Terror. Lond. 1847. — J. E. Areschoug, *Letterstedtia*, ny alg-form från Port Natal. (Öfvers. af Vet. Akad. Förhandl. Stockh. 1850). — G. Thuret, Note s. la syn. d. *Ulva lactuca* et *Ulva latissima* L. (Mém. d. l. soc. nat. Cherbourg 1854). — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae. Bd. 6. Nordh. 1854. — V. B. Wittrock, Försök till en monogr. af algsläktet *Monostroma*. Stockh. 1866. — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum. III. 1868. S. 307—317. — N. Lagerstedt, Om algsläktet *Prasiola*, Ups. 1869. — J. E. Areschoug, Observationes phycologicae. P. 2. (Acta soc. sc. Ups. 1874). — K. Ahlner, Bidrag till känned. om de svenska form. af *Enteromorpha*. Stockh. 1877. — J. Reinke, Über *Monostroma bullosum* Thur. und *Tetraspora lubrica* Kütz. (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 11, Leipz. 1877). — G. Thuret, Etudes Phycologiques, Paris 1878. — E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques, Fasc. 2, Paris 1880. — F. R. Kjellman, Norra ishavets Algflora (Vega-expedit. vetensk. iakttagelser, Bd. 2, Stockholm 1883. — A. Borzi, Studi algologici, Fasc. 1, Messina 1883. — J. G. Agardh, Till Algernes Systematik. Nya bidrag. Afd. 3. (Lunds Univ. Årsskr., T. 19, Lund 1883). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, p. 96—151. — L. K. Rosenvinge, Grönlands Havalger (Meddel. om Grönland, H. 3, Kjöbenhavn 1893). — R. Chodat, Rem. s. l. *Monostroma bullosum* (Bull. Soc. bot. de France, T. 41, Paris 1894). — F. S. Collins, The *Ulvaceae* of North America (Rhodora, Vol. 5, Boston 1903). — J. Schiller, Beitr. z. Kennt. d. Gattung *Ulva* (Sitzber. d. Akad. Wiss. Wien, Bd. 116, Wien 1907). — O. Nordstedt, Algological Notes 5—7 (Botan. Notiser, Lund 1911). — A. Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands usw., H. VI., bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — D. E. Hylmö, Studien über die marinen Grünalgen der Gegend von Malmö. (Arkiv för Botanik, Bd. XIV, Stockholm 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast of North America (Univ. of California Publications in Botany, Berkeley 1920). — F. E. Fritsch and E. Stephens, Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa, 3. (Transact. Royal Soc. of South Africa, 1921). — N. Svedelius, On the discontinuous geographical Distribution of some tropical marine Algae (Arkiv för Botanik, Bd. 19, No. 3, 1924). — Nelly Carter, An Investigation into the Cytology and Biology of the Ulvaceae (Annals of Botany, Vol. XL, No. CLIX [1926] 665—689, Pl. XXII—XXIII).

Merkmale. Der Thallus besteht aus 1 oder aus 2 zusammenhängenden parenchymatischen Zellschichten, welche entweder eine flache Membran oder eine hohle Röhre bilden und einfach, gelappt oder verzweigt sein können. Ungeschlechtliche Vermehrung durch

Zoosporen mit 4 (??) Geißeln, durch Vermehrungsakineten, welche sich von der Kante des Thallus ablösen, oder durch abgerissene Thallusstücke, welche weiterwachsen. Die Befruchtung findet durch die Kopulation von Gameten statt, welche 2 Geißeln haben. Die Zygote keimt ohne vorausgegangene Ruheperiode. Meist makroskopisch große Algen.

Vegetationsorgane. Der Thallus bildet bei den *Ulvaceae* eine 1- oder 2schichtige Zellenfläche, welche, wenigstens in jüngerem Alter, mittels eines Fußes an einer Unterlage festsetzt. Die Zellfläche besteht bei *Monostroma* wenigstens im oberen Teile des Thallus aus einer einfachen Zellschicht; bei *Ulva* und *Letterstedtia* besteht der ganze Thallus konstant aus 2 Zellschichten (Fig. 127 D und Fig. 128, 2, 3). Die röhren- oder darmförmigen Schläuche von *Enteromorpha* kommen dadurch zustande, daß sich zwischen den beiden ursprünglichen Zellschichten, aus welchen der Thallus in seinem jüngsten Teile besteht, eine Spalte bildet und die Zellen sich dann nur in 2 Richtungen senkrecht zur Oberfläche teilen. Hier findet sich eine Scheitelzelle, welche sich bei *Enteromorpha* durch Quer- und Längswände teilt und dadurch die später noch interkalar wachsenden beiden Schichten erzeugt; die Scheitelzellen der Äste entstehen ordnungslos aus älteren Zellen; bei der Sekt. *Ilea* besteht die Spitze aus einer Zellreihe, welche weiter hinab sich in mehrere teilt. — So ähnlich der Thallus von *Monostroma* und *Ulva* im entwickelten Zustande ist, so entsteht er bei beiden Gattungen doch auf ganz verschiedene Weise. Bei *Ulva* wird erst ein kurzer Zellfaden gebildet, welcher durch Längs- und Querteilungen zur Zellfläche und durch weitere Teilungen in der Ebene 2schichtig wird, worauf die Zellen in beiden Schichten sich unabhängig voneinander rechtwinklig zur Ebene teilen. Bei *Monostroma* hingegen ist der sehr junge Thallus eine Hohlkugel, welche sich an der einen Seite öffnet und zu einer ischichtigen Zellfläche ausbreitet.

Der Zeitpunkt des Aufreißens ist bei den verschiedenen Formen und an verschiedenen Standorten ungemein verschieden. Bei gewissen Arten, wie *Monostroma fuscum*, *M. leptoderma* u. a., entstehen Röhren von bis über 1 cm Länge, die erst ziemlich spät durch einen Schlitz oben gespalten werden, während andere, wie *M. Grevillei*, *M. Wittrockii* usw., sehr bald bis zum Grunde in Lappen zerrissen werden.

Im Fuße der festsitzenden Formen bilden sich die \pm isodiametrischen Zellen zu Verstärkungsrhizinen, d. h. zu Zellen aus, welche als lange Säcke zwischeneinander hinein- und aneinander vorbeiwachsen, sich zuweilen auch zu freien Fäden entwickeln, die teils das Individuum an der Unterlage befestigen, teils auch den unteren Teil desselben, welcher der Zerreißung in einem höheren Grade als der obere ausgesetzt ist, verstärken. Eine weitere Differenzierung des Thallus kommt nur bei *Letterstedtia* (Fig. 127) vor, welche Blätter trägt, indem entweder Seitenlappen hervorstehen, die ein begrenztes Wachstum haben und später abfallen, oder die Seitenlappen werden durch Spalten in den äußeren Teilen, die sich ausbreiten, sich miteinander vereinen, allmählich gebildet. Verzweigte Formen findet man oft innerhalb der außerordentlich variablen Gattung *Enteromorpha*, eine Erscheinung, die bei *Ulva* und *Monostroma* kaum beobachtet wird.

Die Zellen zeigen zumeist keine bestimmte gegenseitige Anordnung, doch findet man bei mehreren *Enteromorpha*-Arten eine Tendenz, sich in der Längsrichtung zu ordnen. Bei der Sekt. *Ilea* liegen 4 Zellen quadratisch in einer Gruppe beisammen, und diese Gruppen sind regelmäßig sowohl in Längs- wie Querreihen geordnet. Bei *Enteromorpha percursea* werden die Zellreihen bis auf 2 reduziert.

Die Membran der Zellen ist im allgemeinen deutlich geschichtet, kann zuweilen aber so gallertartig sein, daß die Schichtung dadurch undeutlich wird. — Die Zellen enthalten je 1, recht kleinen Zellkern, der in gefärbten Präparaten gegen das übrige Plasma nur durch einen schwach getönten Saum abgegrenzt ist. Bei der Teilung treten nur während der Metaphase vereinzelt die Chromosomen als freie Körperchen auf, sonst liegen sie, besonders in der Anaphase, \pm zusammengeballt. Die Zahl der Chromosomen beträgt bei *Ulva* und *Monostroma latissimum* wahrscheinlich 10, bei *M. Grevillei* vermutlich nur 8. Der Nukleolus zerfällt während der Mitose; seine Reste sind aber noch lange wahrnehmbar. In den basalen Zellfäden der Verstärkungsrhizinen bei *Ulva* sind die Zellen als mehrkernig angegeben; bei *Monostroma* bleiben sie jedoch, nach Nelly Carter, einkernig. Die Ulvaceen-Pyrenoide zeigen bei der Zellteilung gegenüber anderen Algen spezifische Besonderheiten. Die Verdoppelung geht hier hauptsächlich nach zwei Typen vor sich. Entweder erfolgt Zersplitterung des Pyrenoidkristalls in zahlreiche Bruchstücke, die sich, auf

die Tochterzellen verteilt, zu neuen Pyrenoiden entwickeln, oder aber das Pyrenoid verliert seine Reservesubstanz, ohne jedoch an Größe einzubüßen; die eine der gebildeten Tochterzellen erhält das alte Pyrenoid, während die andere ein Pyrenoid *de novo* entwickelt, wahrscheinlich auf Kosten der gelösten Substanzen des Originalpyrenoides. Diese während der Teilung vor sich gehende Veränderung ohne Größenabnahme führt zu der Anschauung, daß das Pyrenoid aus einer protoplasmatischen Grundsubstanz bestehe, in welcher Eiweißreserven aufgespeichert werden können. — In jeder Zelle befindet sich ein scheibenförmiger Chromatophor, welcher meist dem nach außen gekehrten Teile der Zellwand anliegt; bei den einschichtigen *Monostroma*-Arten liegen die Chromatophoren sämtlicher Zellen nach einer Seite des Thallus gekehrt, während der Zellkern auf der anderen Seite liegt. Nur in seltenen Fällen enthält der Chromatophor mehr als 1 Pyrenoid. Kontraktile Vakuolen kommen nicht vor.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Bei den *Ulvaceae* kommen ungeschlechtliche Zoosporen vor. Dieselben können, mit Ausnahme von *Letterstedtia*, wo sie nur (?) von den Zellen der Blätter gebildet werden, aus allen normalen Thalluszellen entstehen, und zwar durch sukzessive Teilungen zu 4—8. Sie sind eiförmig und haben 2 oder 4 Geißeln. Bei mehreren Arten in der Familie wird der Thallus durch abgerissene Thallusstücke, die weiterwachsen, vermehrt, und die Alge bildet dann freie auf dem Boden liegende Flächen (z. B. *Ulva lactuca*), die große Strecken bedecken können. Bei *Monostroma bullosum* können Zellkomplexe oder einzelne speziell differenzierte Zellen (Akineten) von der Kante losgetrennt werden und wachsen aus; unter abnormen Lebensbedingungen können Aplanosporen und *Schizochlamys*-ähnliche Stadien gebildet werden. Bei einigen *Ulva*-Arten können die sekundären Rhizoiden durch Sprossung neue Tochterpflanzen bilden. Die meisten *Ulvaceae* sind einjährig, doch können gewisse Arten durch ihre Haftscheiben perennieren, aus denen neue Laubflächen hervorgehen können.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bekannt bei *Monostroma*, *Ulva* und *Enteromorpha* und findet bei allen im wesentlichen ähnlich statt in Form einer Kopulation schwärmender Gameten. Diese entstehen wie die Zoosporen, sind aber bedeutend kleiner als diese, von eiförmiger Form, haben in ihrem vordersten Ende einen farblosen Fleck und 2 Geißeln, sowie auf der Grenze zwischen dem farblosen Fleck und dem Chromatophor einen roten Augpunkt. Ein hervortretender Geschlechtsunterschied findet sich nicht, und jede beliebige Zelle (die Verstärkungsrhizinen jedoch ausgenommen) kann in sich Gameten bilden. Sie entstehen in einer Anzahl von 8 (seltener 4 oder 16) in einer Zelle. Die Gameten vereinigen sich zu zweien mit ihrem vordersten Ende und verschmelzen sodann zu einer Zygote, welche die Geißeln einzieht und sich mit einer Membran umgibt; bei *Monostroma bullosum* kann man noch bei der membranbekleideten Zygote 2 voneinander getrennte rote Augpunkte sehen. Die Gametenbildung bei *Monostroma latissimum* ist von Nelly Carter (1926) lückenlos beobachtet worden. Diese Alge erweist sich als streng diözisch; von einer und derselben Pflanze herstammende Gameten können nicht miteinander kopulieren. Im Gegensatz zu *Ulva* ist hier ein \pm deutlicher Unterschied in der Größe der miteinander kopulierenden Gameten wahrzunehmen; die Größen-Variationsbreite dieser Heterogameten ist aber recht erheblich. Sowohl die σ wie die φ Gameten sind selbst bei hellem Tageslicht deutlich positiv phototropisch, aber gleich nach Beginn des Kopulationsprozesses reagieren sie negativ phototaktisch. Diese phototaktische Umstimmung beim Einsetzen des Sexualaktes ist so ausgesprochen, daß der Beginn des Kopulationsprozesses rein makroskopisch an dem Zurückweichen grüner Gametenwolken erkenntlich ist. Die Verschmelzung der Sexualkerne erfolgt erst einige Tage nach dem Kopulationsakt, aber lange bevor die Keimung einsetzt. Die gewöhnlichen Gameten, sowohl die σ wie die φ , können sich, jedenfalls bei *Monostroma latissimum*, auch ohne Kopulation parthenogenetisch zu Zygoten weiterentwickeln.

Außerdem kommen bei *Ulva* und *Enteromorpha* größere sog. Parthenogameten vor, die ohne Kopulation keimen können. Es werden auch Riesengameten erwähnt, deren weiteres Schicksal nicht völlig geklärt ist. Bei *Ulva* und *Enteromorpha* gibt es also 3 Gametenformen: Makrogameten, die nicht näher bekannt sind, Parthenogameten, die ohne Kopulation keimen, und Mikrogameten, die kopulieren und Zygoten bilden.

Die Keimung der Zygote erfolgt meist unmittelbar, indem diese gleich nach geschehener Befruchtung an Größe zuzunehmen beginnt und an dem einen Ende eine kürzere

oder längere fußähnliche Verlängerung entwickelt. Die fernere Entwicklung ist aber bei den einzelnen Gattungen recht verschieden. Bei *Monostroma bullosum* gehen die Teilungen in allen 3 Richtungen des Raumes vor sich, wodurch eine \pm regelmäßige Hohlkugel entsteht, die dann am oberen Ende zerreißt und wobei ein flacher, hautförmiger, ausgebreiteter, aus einer einfachen Zellenlage bestehender Thallus gebildet wird. *Ulva lactuca* bildet bei der Keimung durch Querwände erst eine kurze Zellreihe. Die Weiterentwicklung der jungen Zygote bei *Monostroma latissimum* nimmt jedoch — im Gegensatz zu den meisten anderen Ulvaceen — unter steter Größenzunahme mehrere Wochen in Anspruch.

Verbreitung. Die *Ulvaceae* kommen vorzugsweise im Meere vor, besonders in der litoralen Region, wo sie oft reine Charakterpflanzen sein können, und sie gehen bis weit in die arktischen und antarktischen Meere hinein. Sie sind lichtliebend und steigen deshalb nicht tief in die sublitorale Region hinab. Gewisse Arten kommen auch im Süßwasser vor, und die meisten scheinen übrigens in ihren Ansprüchen an den Standort höchst genügsam zu sein. In ruhigen, muddigen Buchten, in litoralen Tümpeln, oft in solchen mit organisch verunreinigtem Wasser, sind sie oft massenhaft vorhanden; in sehr verunreinigtem Hafenwasser usw. sind auch gewisse Arten vertreten (z. B. *Enteromorpha crinita* u. a.). Viele können sich wahrscheinlich \pm saprophytisch ernähren, besonders durch verwesende, stickstoffhaltige, organische Substanzen. *Ulva* und *Enteromorpha* sind fast kosmopolitisch. *Ulva lactuca* L. ist in fast allen Meeren zu treffen, von dem Nördlichen Eismeer bis Südamerika sowie auch im Stillen und Indischen Ozean.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die *Ulvaceae* schließen sich recht gut an die *Tetrasporaceae* an, woran man nicht zweifeln kann, wenn man die auffälligen Ähnlichkeiten von *Monostroma bullosum* und gewissen *Tetraspora*-Arten sieht. *Ulva* könnte man auch als eine gefestigte *Tetraspora* ansehen. Sie sind auch vermöge ihres Zellenbaues und ihrer Fortpflanzung nahe mit den Ulotrichaceen verwandt, und man kann sie als verbreiterte oder sonstwie unter Längsteilung spezifisch entwickelte Ulotrichaceen betrachten.

Einteilung der Familie.

Die *Monostroma*-Arten mit nach unten 2schichtigem Thallus vermitteln den Übergang von den einfachsten Formen zu *Ulva*. *Letterstedtia* ist als eine sehr differenzierte *Ulva* zu betrachten, und *Enteromorpha* läßt sich nicht immer scharf von gewissen *Ulva*-Formen scheiden, indem man zwischen diesen beiden Gattungen sehr deutliche Übergangsformen hat.

- A. Thallus hohlkugelig oder membranähnlich ausgebreitet.
 a. Thallus wenigstens im oberen Teil einschichtig. 1. *Monostroma*.
 b. Thallus überall zweischichtig.
 a. Thallus ohne Differenzierung in Stamm und seitenständige Blätter 2. *Ulva*.
 β . Thallus differenziert in Stamm und seitenständige Blätter 3. *Letterstedtia*.
 B. Thallus röhrenförmig 4. *Enteromorpha*.

1. **Monostroma** (Thuret in Ann. Sc. nat. Cherbourg, T. II [1854] 29) emend. Wittrock, Forsök till en monographi öfver algsläktet *Monostroma* (1866) (Fig. 126). (Inkl. *Ulvaria* Ruprecht, Tange des Ochotskischen Meeres in Middendorfs sibir. Reise [1848] 218; *Tetraspora* Kützing p. p., Phyc. germ. 153; *Tremella* Gmelin p. p., Hist. Fuc. 216; *Ulva* und *Enteromorpha*, auct. pl.). — Der Thallus ist grün oder bräunlich und stets oder doch wenigstens in voll entwickeltem Zustande membranähnlich, anfangs festsitzend, später gewöhnlich freischwimmend: nach oben besteht er nur aus einer Zellschicht. Die Zellen, welche sich nie in quadratische oder rektanguläre Felder geordnet zeigen, sind in dem oberen Teile kurz, abgerundet oder eckig, in dem unteren aber langgestreckt keulenförmig, indem sie sich hier zu Verstärkungsrhizinen umgewandelt haben, die entweder an der einen oder den beiden Seiten des Thallus frei oder innen in ihm hinablaufen können. Der Chromatophor besteht aus einer Platte, welche die ganze Außenseite der Zelle überdeckt und (gewöhnlich) ein zentrales Pyrenoid enthält. Vegetative Zellteilungen können, von den Verstärkungsrhizinen abgesehen, in allen Zellen vorkommen und finden in 2 Richtungen statt, doch nicht immer mit der gleichen Intensität über den ganzen Thallus. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen mit einem Schnabel und 4 (oder 2?) Geißeln. Gameten sind bei einigen Arten bekannt; sie entstehen zu 4—16 in sämtlichen Zellen des oberen Teiles des Thallus und treten durch ein rundes Loch in der äußeren Wand heraus, kopulieren oder entwickeln sich

parthenogenetisch. Die Zygote wird bei der Keimung zu einer kleinen Hohlkugel, die sich später öffnet und zu einem gewöhnlichen flachen Thallus auswächst.

41 Arten in sowohl süßem wie salzigem Wasser in allen Weltteilen. *M. bullosum* (Roth) Wittr. (= *Tetraspora bullosa* Kütz.) kommt nur in süßem Wasser vor, *M. Grevillei* (Thur.) Wittr. (= *Monostroma lactuca* Ag., = *Enteromorpha Grevillei* Thur.) ist sowohl über die nördliche wie südliche Halbkugel verbreitet.

Sekt. I. *Eumonostruma* de Toni (*Monostroma* [Thur.] J. Ag. in Lunds Univ. Arsskrift, T. XIX, 97). Thallus ± gelatinös. Z. B. *M. bullosum* (Roth) Wittr., *M. quaternarium* (Kg.) Desm., *M. Wittrockii* Born. usw.

Sekt. II. *Ulvaria* (Rupr.) J. Ag. l. c. p. 111. Thallus ± parenchymatisch. Z. B. *M. Blyttii* (Aresch.) Wittr., *M. fuscum* (Post. et Rupr.) Wittr. usw.

2. *Ulva* (L., Gen. Plant. [1737] 326) emend. J. Agardh, Til Algernes Systematik VI (1883) 160 (Fig. 128). (Inkl. *Phycoseris* Kützing p. p., *Tabulae Phycol.* VI, Tab. 23 et sec.; Spec. [1849] 475 et sec.). — Weicht von der vorigen Gattung dadurch ab, daß der Thallus aus 2 Zellschichten besteht. Zoosporen und Gameten können in

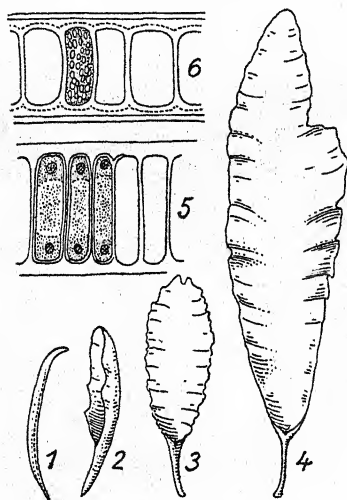


Fig. 126. *Monostroma fuscum* (Post. et Rupr.) Wittr. 1-4 Pflanzen in verschiedenen Altersstufen; 5, 6 Querschnitt durch den Thallus. (Nach Rosenvinge.)

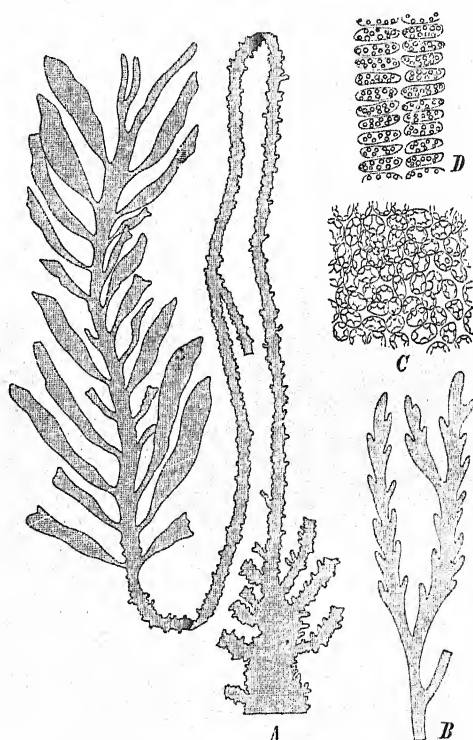


Fig. 127. *Letterstedtia insignis* Aresch. A Teil eines vollständig entwickelten Exemplares ($\frac{2}{3}$ nat. Gr.); B Teil eines jungen, den Anfang von Blättern zeigenden Exemplares; C ein Stück von der Oberfläche gesehen; D Querschnitt. (Nach J. E. Areschoug.)

allen Zellen, die der Verstärkungsrhizinen und der Haftscheibe ausgenommen, gebildet werden und entschlüpfen durch eine Öffnung in der Oberfläche des Thallus. Die Zygote entwickelt sich zu einem kurzen Zellfaden, der später durch Teilungen eine Zellfläche bildet.

Es sind ungefähr 30 Arten beschrieben, von welchen jedoch kaum die Hälfte sicher sind. Sie kommen im Meer- oder Brackwasser in allen Weltteilen vor. *U. latissima* L. und *U. lactuca* L. sind die gewöhnlichsten.

3. *Letterstedtia* Areschoug in Vet. Akad. Öfvers. VII (1850) 1 (Fig. 127). — Weicht von voriger Gattung dadurch ab, daß der Thallus schmaler, oft verzweigt und an den Seiten mit vertikal gestellten kleinen Lappen (Blättern) versehen ist, welche entweder zu beiden Seiten aus dem Hauptstamme hervorstehen können oder durch Einreißen entstehen; diese können von den unteren Teilen des Thallus abfallen. Die Zoosporen entstehen nur in den Zellen der Blätter. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

3 Arten in salzigem Wasser an der Südspitze von Afrika (Port Natal), in Japan und in Australien. *L. insignis* Aresch. ist die am höchsten entwickelte Art. *L. japonica* Holmes in Japan.

4. **Enteromorpha** (Link in Nees, Hor. Phys. Berol. [1820] 5) emend. J. Agardh, Till Algernes Systematik VI [1883] 115). (Inkl. *Tubularia* Tourn. p. p., Inst. rei herbariae [1700] 575; *Conferva* Wulf. in Roth, Catal. Bot. I [1797]; *Fistularia* Stackh., Nereis britannica II [1816]; *Scytosiphon* Lyngb. p. p., Tentam. Hydrophyt. Danicae [1819] 64; *Solenia* Agardh, Spec. Algar. I [1822] 517; *Hydrosolen* Martius, Fl. Bras. I [1825] 10; *Ilea* Fries, Syst. Orb. Veg. 1. Plantae homonemae [1825] 336; *Percursaria* Bory in Dict. Class. Vol. III; *Zignoia* Trevis., Prosp. Fl. Eug. [1842] et in Flora [1843] 265; *Ulva* et *Phycoseris* Kützinger p. p.,

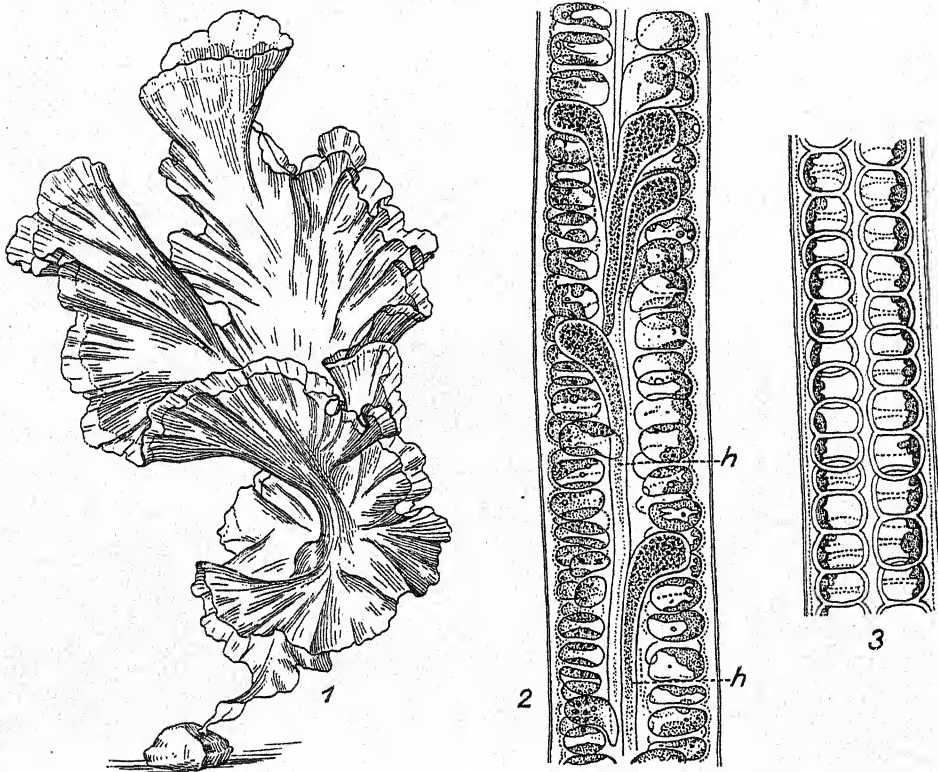


Fig. 128. *Ulva lactuca* L. 1 ein ganzes Exemplar; 2, 3 Längsschnitte des Thallus. (Nach Thuret.)

Species [1849] 474; *Schizogonium* Kützinger p. p., Tab. Phyc. Vol. II, Tab. 99, III; *Tetranema* Aresch. in Nova Act. Upsal. XIV [1850] 418; *Diplonema* Kjellman, Alg. Arct. [1855] 302; *Kallonema* Dickie, Notes on some Algae found in the North Atlantic Ocean in Linn. Soc. Journ. Vol. XIV [1870]; *Capsosiphon* Gobi, Bericht über Alg. Forsch. im Finn. Meerb. in St. Petersburg. Ges. d. Naturf. Vol. X [1879] 88). — Der Thallus ist sehr vielgestaltig, in den älteren Teilen sack- oder röhrenförmig, an der Spitze zuweilen flach, einfach oder verzweigt, im Anfang stets festsitzend, später zuweilen frei schwimmend. Bei den einfachsten Formen besteht der Thallus auch im erwachsenen Zustande aus 2 oder wenigen Zellreihen, die, ohne einen Hohlraum zwischen sich zu lassen, zu einem fadenförmigen Thallus verbunden sind. Die Zellen können, von der Fläche gesehen, in \pm deutlich hervortretende Längsreihen geordnet sein, sind im oberen Teil kurz, rundlich eckig oder etwas langgestreckt, in dem unteren in Verstärkungsrhizinen umgewandelt, welche innen im Thallus verlaufen. Chromatophor und Pyrenoid wie bei *Ulva* und *Monostroma*. Für *E. basiramosa* Fritsch werden 2 Pyrenoide in jeder Zelle angegeben. Ungeschlechtliche Vermehrung durch 2geißelige Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

Zoosporen mit Stigma. Die Gameten, welche eiförmig sind und einen roten Augenfleck und 2 Geißeln haben, werden zu 8, 16 oder mehreren in jeder Zelle gebildet und kopulieren. Bei der Keimung der Zygote, welche unmittelbar beginnt, wird an dem einen Ende ein Membranstiel gebildet.

Wie bei *Ulva*, kann man auch bei *Enteromorpha* 3 Gametenformen unterscheiden: Makrogameten, deren Funktion nicht völlig klar ist, Parthenogameten, die ohne Kopulation keimen, und Mikrogameten, die kopulieren und Zygoten bilden.

Etwa 39 Arten im Meer- und Brackwasser, gewisse Arten kommen auch in \pm salzhaltigen Binnengewässern vor. *E. intestinalis* (L.) Link und *E. gracillima* G. S. West sind auch echte Süßwasserbewohner. Die Artungsgrenzung ist aber bei vielen Arten sehr unsicher.

Sekt. I. *Micrococcae* J. G. Ag. in Lunds Univ. Årsskrift, Tom. XIX, 122. Thallus fadenförmig, röhrenförmig, zylindrisch, einfach oder verzweigt, mit einer im älteren Zustand etwas gallertartigen Membran. Zellen klein, abgerundet, eckig und zuletzt ungeordnet. *E. micrococca* Kütz.

Sekt. II. *Intestinales* J. G. Ag. l. c. p. 126. Thallus fadenförmig, röhrenförmig, zylindrisch, einfach oder mit Prolifikationen, an den älteren Teilen des Thallus proliferierend, mit einer im älteren Zustand pergamentartigen Membran. Zellen größer, abgerundet polyedrisch, in Längsreihen oder oft ungeordnet. *E. intestinalis* (L.) Link.

Sekt. III. *Linzae* J. G. Ag. l. c. p. 133. Der Thallus ist unten fadenförmig, zylindrisch, nach oben keilförmig erweitert, flach, lanzettförmig oder linear, einfach. Die Zellen sind im Stiele in der Längsrichtung gestreckt und stehen in längsverlaufenden Reihen; in dem oberen Teile des Thallus sind sie abgerundet-polyedrisch und ungeordnet. *E. Linza* (L.) J. G. Ag. (= *Ulva Linza* L.)

Sekt. IV. *Compressae*. J. G. Ag. l. c. p. 135. Der Thallus ist am Stiele schmal, nach oben \pm erweitert, röhrenförmig, aber zusammenfallend, einfach oder sparsam verzweigt. Die Zellen sind klein, beinahe quadratisch abgerundet, in den älteren Teilen aber vertikal gestreckt, und werden bald ungeordnet. *E. compressa* (L.) Grev. (= *Conferva compressa* Roth).

Sekt. V. *Crinitae* J. G. Ag. l. c. p. 142. Thallus fadenförmig, röhrenförmig, zylindrisch, einfach oder mehrfach verzweigt. Membran sehr dünn. Zellen beinahe quadratisch abgerundet, in \pm regelmäßigen Längsreihen. *E. crinita* (Roth) J. G. Ag.

Sekt. VI. *Percursae* J. G. Ag. l. c. p. 146. Thallus fadenförmig, kaum aufgeblasen, zuletzt schwach zusammengedrückt, einfach oder durch Prolifikationen verzweigt. Zellen kurz, quadratisch, zu 2—4—8 in ziemlich regelmäßigen Längsreihen vereinigt. *E. percurva* (Ag.) Harv. (= *Tetranema percursum* Aresch., *Diplonema percursum* Kjellm.)

Sekt. VII. *Clathratae* J. G. Ag. l. c. p. 150. Thallus fadenförmig, röhrenförmig, zylindrisch oder zusammengedrückt und zumeist dicht verzweigt. Zellen beinahe rektangulär, länger als breit und in \pm regelmäßigen Längsreihen vereinigt. *E. clathrata* (Roth) Kütz.

Sekt. VIII. *Ramulosae* J. G. Ag. l. c. p. 154. Thallus fadenförmig, röhrenförmig, zylindrisch oder flachgedrückt und zumeist dicht verzweigt. Zellen zuerst beinahe quadratisch-rund, später vertikal gestreckt und in \pm regelmäßige Längsreihen geordnet. *E. ramulosa* (Eng. Bot.) J. G. Ag. (= *Zignoa muricata* Welw.)

Sekt. IX. *Linkianae* J. G. Ag. l. c. p. 157. Thallus fadenförmig, röhrenförmig oder flachgedrückt und entweder einfach oder verzweigt. Zellen zuerst beinahe quadratisch-rund, später vertikal gestreckt, ungeordnet. *E. Linkiana* Grev.

Sekt. X. *Capsosiphon* (Gobi in Ber. Alg. Forsch. im Finn. Meerb. 1879, 88 — als Gattung!) (*Ilea* J. G. Ag. l. c. p. 114 — als Gattung!). Thallus festsitzend und unverzweigt, bräunlich gefärbt. Die Zellen liegen zu 4 in quadratischen Gruppen, die sowohl in longitudinale wie transversale Reihen geordnet sind. Zoosporen und 2geißelige Gameten sind bekannt.

Enteromorpha fulvescens (Ag.) (= *Solenia fulvescens* Ag., *Ulva aureola* Ag., *Ilea fulvescens* J. G. Ag., *Capsosiphon fulvescens* [Ag.] Setch and Gardn.) in Brackwasser in Europa und Nordamerika.

Blastosporaceae.

Mit 1 Figur.

Wichtigste Literatur: C. F. Jessen, *Prasiolae generis Algarum monographia*, Kiliae 1848. — F. T. Kützinger, *Tabulae Phycologicae*, B. 2, 5. Nordh. 1850—1855. — N. Lagerstedt, *Om algsläktet Prasiola*, Upsal. 1869. — J. G. Agardh, *Till Algernes Systematik*. Nya bidr. Afd. 3. (Lunds Univ. Årsskr., T. 19, Lund 1883). — E. de Wildeman, *Note s. deux esp. terrestr. genre Ulothrix* (Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique, T. 25, Bruxelles 1886). — A. Hansgirg, *Üb. aerophyt. Arten d. Gatt. Hormidium Ktz., Schizogonium Ktz. und Hormiscia* (Fr.) Aresch. (Flora Bd. 71, Regensb. 1888). — J. B. de Toni, *Sylloge Algarum*, I, Padova 1889. —

L. Imhäuser, Entwickl. u. Formenkreis von *Prasiola* (Flora, Bd. 72, Marburg 1889). — F. Gay, Rech. s. Devel. et la Classif. quelques Algues vertes. Paris 1891. — G. Lagerheim, Üb. d. Fortpflanzung von *Prasiola* (Ber. deutsch. Bot. Ges. 10, Berlin 1892). — L. K. Rosenvinge, Grönlands Havalger (Meddelelser om Grønland III. Kjöbenh. 1893). — A. Borzi, Stud. algologici, Fasc. II, Palermo 1895. — N. Wille, Om Färöernes Ferskvandsalger (Botan. Notiser, Lund 1897). — O. Borge, Süßwasseralg. von Franz Josefs-Land (Öfvers. Kgl. Vet. Akad. Forhandl. Stockh. 1899). — N. Wille, Studien üb. Chlorophyceen III. (Videnskabs-Selsk. Skrifter Math. nat. Kl. 1900, No. 6. Christiania 1901); Mitteil. üb. einige v. Borchgrevink auf dem antarkt. Festlande gesamm. Pflanzen, III, Antarkt. Algen (Nyt Magazin f. Naturvidensk., Bd. 40, Kristiania 1902). — F. Börgesen, The Marine Algae of Faeroes (Botany of Faeroes, P. 2, Copenhagen 1902). — M. Reed, Two new ascomyc. Fungi parasitic on marine Algae (Univ. Californ. Public. Botany, Vol. I, Berkeley 1902). — G. S. West, Treatise on Brit. Freshw. Algae (Cambridge 1904). — N. Wille, Algologische Untersuchungen a. d. biologischen Station in Drontheim I. (Kgl. norske Vidensk. Selsk. Skrifter 1906, No. 3. Trondhjem 1906). — A. Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914). — H. Kufferath, Contribution à l'Étude de la Flore Algologique du Luxembourg meridional II. (Ann. de Biologie lacustre, Tome VII, 1914—15). — F. Brand, Über die Beziehungen der Algenartung *Schizogonium* Kütz. zu *Prasiola* Ag. (Hedwigia, Bd. LIV, 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast of North America, II (University of California Publications in Botany, Vol. 18, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, II. Aufl., Bd. I, 1922. — G. Sjöstedt, Om *Prasiola cornucopiae* J. G. Ag. och *Prasiola stipitata* v. Suhr (Botaniska Notiser 1922).

Merkmale. Der Thallus besteht entweder aus einem unverzweigten Faden, der von einer einzelnen oder mehreren Zellreihen gebildet ist, oder aus einer, von parenchymatischen Zellen gebildeten Zellfläche. Die Zellen haben einen sternförmigen axilen Chromatophor und einen Zellkern. Vegetative Vermehrung durch abgerissene Thallusstücke; Vermehrungsakineten und Aplanosporen kommen vor. Schwärmzellen sehr zweifelhaft; geschlechtliche Fortpflanzung ganz unbekannt.

Vegetationsorgane. Der Thallus bildet normal einen unverzweigten Zellfaden (*Hormidium*-Stadium) oder eine aus einer Zellschicht bestehende Zellfläche; zuweilen kann aber durch radiale Längsteilungen ein Zellkörper (*Gayella*-Stadium) entstehen, oder der Thallus kann an verschiedenen Stellen verschiedene Teilungsformen zeigen. Die Zellen des Thallus sind meistens gleichartig, an gewissen Stellen können aber kurze und meistens unverzweigte, ein- oder mehrzellige Rhizoiden gebildet werden. Einige Arten bleiben im *Hormidium*-Stadium in ihrem ganzen Leben und bestehen dann nur aus einem einfachen Zellfaden; bei anderen Arten teilen die Zellen sich durch kreuzförmige Teilungen und bilden dann entweder unregelmäßige Flächen oder miteinander verbundene Zellfäden (*Schizogonium*), oder die Teilungen gehen noch viel weiter, indem die Zellen ganz klein werden und in einem flachen Thallus verteilt werden (*Prasiola*). Die Zellen liegen dann in regelmäßigen Gruppen von 4 Zellen oder einem Vielfachen von vier; diese Gruppen werden durch dünnere oder dickere Wände der Altersstufe nach voneinander getrennt. Die Zellen sind im *Hormidium*-Stadium kurz zylindrisch, im *Prasiola*-Stadium werden sie oft gegen die Fläche stäbchenförmig gestreckt und eckig. Die Membran besteht innen aus Zellulose, außen aus einer Kutikularschicht unbekannter Zusammensetzung. Der Chromatophor ist axil, sternförmig mit einem zentralen Pyrenoid. Stärke soll angeblich fehlen. Jede Zelle hat normal nur einen Zellkern.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Schwärmstadien sind bisher nicht sicher bei dieser Familie nachgewiesen. Die Vermehrung geschieht oft nur durch losgelöste Thallusstücke, die ± regelmäßig abgetrennt werden. Akineten entstehen entweder schizogen direkt durch Verschleimung der Mittellamellen meist in der Kante des Thallus, oder es werden durch vertikale und horizontale Teilungen zuerst eine Art Tetrasporen gebildet. Die Akineten können entweder direkt zu neuen Individuen auswachsen oder auch im lufttrockenen Zustand längere Zeit ruhen. Bei deren Keimung werden zuerst Aplanosporangien gebildet, in welchen durch freie Zellteilung eine Anzahl kugelige oder ovale Aplanosporen gebildet werden. Die Aplanosporen werden durch Bersten der Wand des Aplanosporangiums frei und wachsen direkt zu neuen Individuen aus. Die neuen Individuen werden direkt ohne Aufbersten einer primären Blase gebildet. Bei einigen Arten wird zuerst ein Zellfaden (*Hormidium*-Stadium) gebildet, und durch kreuzweise Teilungen entsteht nachher eine Zellfläche (*Schizogonium*- oder *Prasiola*-Stadium).

Ruhestadien. Sowohl die gewöhnlichen Individuen wie die Aplanosporen und Akineten haben dicke Membranen und können lange Perioden überdauern, wenn die Vegetationsbedingungen nicht günstig sind.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist noch nicht nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. Diese Familie besteht hauptsächlich aus Luftalgen, die auf feuchter Erde, feuchten Mauern, Holzstämmen und Felsen, besonders an Strandfelsen vorkommen. Arten sind von der ganzen Erde bekannt; sogar von den höchsten arktischen

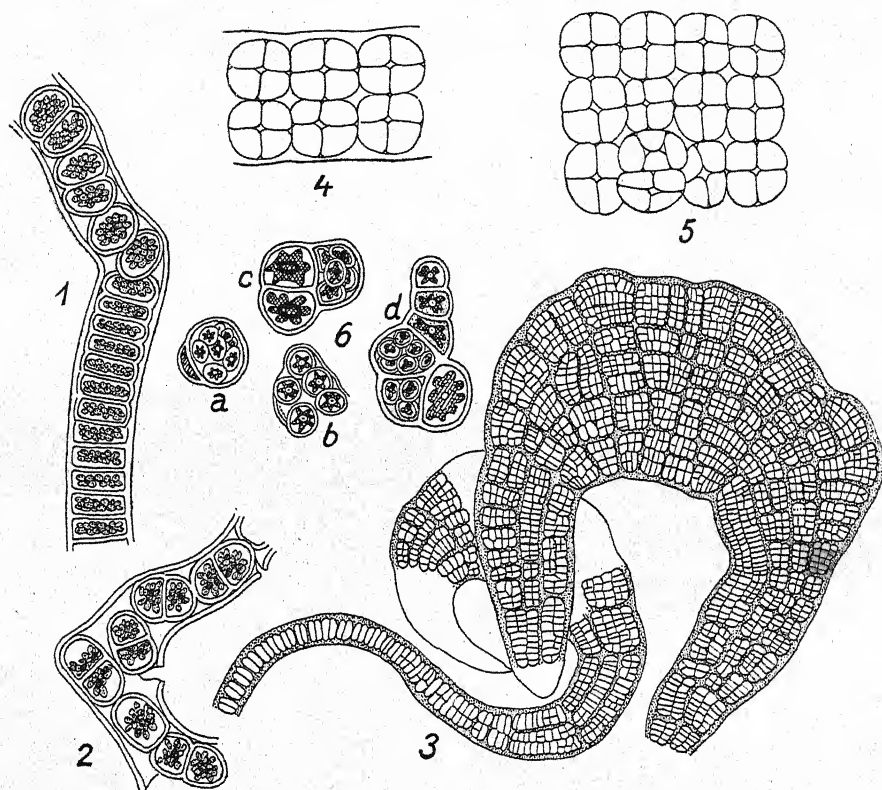


Fig. 129. 1, 2 *Prasiola muralis* (Kütz.) Wille, mit Akineten. — 3 *P. crispa* (Lightf.) Meneghini, zwei Pflanzen. — 4, 5 *P. mexicana* J. Ag., mit Aplanosporen; 4 im Querschnitt; 5 von der Fläche gesehen. — 6a *P. crispa* (Lightf.) Meneghini. Akinet mit Aplanosporen. — 6b—d *P. furfuracea* (Mert.) Meneghini. 6b Akinet mit Aplanosporen; 6c, d junge Pflanzen mit Aplanosporen. (1, 2 nach Gay; 3 nach Imhäuser; 4, 5 nach Lagerheim; 6 nach Wille, aus Oltmanns.)

und antarktischen Gegenden sind *Prasiola*-Arten bekannt. Bisweilen treten sie in Symbiose mit Pilzen und bilden dann Flechtengonidien (*Mastodia*, *Guignardia*). Ob die *Blastosporaceae* organische Nahrung aufnehmen können, ist nicht erwiesen.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Familie der *Blastosporaceae* wird vielfach als reduzierte *Ulotrichaceae* aufgefaßt, aber es mag auch sein, daß sie von den *Protococcoideae* direkt stammen und ihre Phylogenie überhaupt nichts mit den *Ulotrichaceae* zu tun hat. Chromatophoren von ähnlicher Form gibt es viele unter den *Protococcoideen*. Ihre Abstammung ist noch recht unklar.

Einteilung der Familie. Die Familie enthält nur eine Gattung:

Prasiola C. A. Agardh, Spec. Alg. (1821) 416 (Fig. 129). (Inkl. *Schizogonium* Kützing, Phyc. gener. [1843] 245; *Hormidium* Kützing p.p., Phyc. germ. [1845]; *Ulva* auct. pl.;

Gayella Rosenvinge, Grönlands Havalger in Meddelelser om Grönland III [1893] 936; *Filoprotococcus* Kufferath, Contrib. à l'Etude Fl. Algol. Luxembourg merid. II in Ann. Biol. lacustre, Tom. VII [1914—15] 247, Fig. 5). — Thallus im erwachsenen Zustande faden-, band- oder flächenförmig, selten durch Teilungen in 3 Richtungen des Raumes einen annähernd zylindrischen Zellkörper bildend. Dieser Zellkörper ist im Innern fest und zeigt eine fast *Sarcina*-ähnliche Anordnung seiner Elemente. Die flächenförmig ausgebreiteten Thalli bestehen sonst, abgesehen von dem Fuße einiger Arten, nur aus einer Zellschicht. Die Zellen sind fast alle gleichartig, doch können sie im unteren Teil, wo der Thallus öfter verschmälert ist, zu Verstärkungsrhizinen umgewandelt sein. Diese können sich durch eine Scheidewand von der Mutterzelle abgrenzen und zu mehrzelligen Fäden auswachsen. Bei Arten mit flächenförmig ausgebreitetem Thallus bleiben die durch die kreuzweisen Teilungen entstandenen Zellen in deutlich hervortretende quadratische oder rechtwinkelige Felder geordnet, die voneinander durch \pm stark verdickte Zellwände geschieden sind. Der Chromatophor ist axil, sternförmig und enthält ein zentrales Pyrenoid. 1 Zellkern. Die Vermehrung geschieht hauptsächlich durch losgelöste Thallusstücke, die direkt zu neuen Individuen heranwachsen können. Die Lösung findet vom Rande her statt, und zwar sind es einzelne Zellen, oder fadenförmige oder flächenförmige Zellkomplexe, die losgetrennt werden. Eine zweite Art der Vermehrung erfolgt durch Akineten. Diese entstehen entweder nur am Rande oder im ganzen Thallus aus vegetativen Zellen, welche sich mit einer dicken Membran umgeben, sich vergrößern und durch Aufspaltung der äußeren Membranschicht oder durch Verschleimung derselben von dem Mutterindividuum freimachen. Die Akineten können zu neuen Pflanzen direkt auswachsen oder erst eine Ruheperiode durchmachen. Bei Beginn der neuen Vegetationsperiode teilen sie sich in zahlreiche Zellen, die als Aplanosporen angesehen werden. Diese Aplanosporen wachsen meistens zu Zellfäden aus, oder sie unterliegen sofort einer Kreuzteilung und bilden kleine flächenförmige Thalli.

Bewegliche Sporen sind angegeben worden, aber nähere Bestätigung ist nötig.

Ca. 20 Arten über die ganze Welt verbreitet, auf feuchter Erde, Felsen, an Mauern, faulendem Holz und in Quellen und Bächen. Z. B. *P. fluviatilis* (Sommerf.) Aresch. in Süßwasserflüssen in alpinen und arktischen Gegenden, *Pr. stipitata* v. Suhr (= *Pr. cornucopiae* J. G. Ag. = *Pr. callophylla* Lagerh.) und *Pr. furfuracea* (Mert.) Menegh., besonders an Meeresküsten. Die gewöhnlichste Art, *P. crispa* (Lightf.) Menegh., ist sehr häufig an feuchter Erde und Holz, kommt sowohl im Binnenlande wie an Meeresküsten vor, diese Art ist sehr wechselnd, bald als unverzweigte, einfache Fäden, bald mit radialen Längsteilungen (= *Gayella polyrhiza* Rosenv.) und bald als gekräuselte Zellflächen.

A n m. Nach der Form des Thallus hat Wille die Gattung in 3 Sektionen eingeteilt. Dies läßt sich aber kaum durchführen, da mehrere flächenförmige Arten Entwicklungszustände von faden- oder bandförmigem Aussehen zeigen, die oft lange in diesem Zustande verharren können.

Chaetophoraceae.

Mit 38 Figuren.

Wichtigste Literatur: F. Kützing, *Phycologia generalis*, Leipzig 1843; *Species Algarum*, Leipzig 1849; *Tabulae Phycologicae*, Bd. 3, 4, Nordhausen 1853—1854. — W. H. Harvey, *Phycologia Britannica*, 3 Vol., London 1849—51. — P. L. et H. M. Crouan, Notice sur quelques espèces et genres nouveaux d'algues marines de la rade de Brest (Ann. Sc. Nat., IV. Ser., T. XII, 1859). — N. Pringsheim, Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes (Monatsber. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1861); Beitr. zur Morphol. d. Meeresalgen (Physikal. Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wissensch., Berlin 1862). — L. Rabenhorst, *Flora Europaea Algarum*, III, 1868, S. 371—392. — F. Hauck, Verzeichnis der im Golfe von Triest gesammelten Meeresalgen (Österr. bot. Zeitschr. 1875—1877). — L. Cienkowski, Zur Morph. d. Ulothrichecn (Bull. d. soc. imp. St. Petersburg 1876). — L. Nowakowski, Beitr. z. Kenntn. d. Chytridiaceen (Cohn, Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. 2, Breslau 1876). — F. Hauck, Beitr. z. Kenntn. d. adriatischen Algen. I. (Österr. bot. Zeitschr., Wien 1876). — G. Berthold, Untersuch. üb. d. Verzweigung einiger Süßwasser-algen (Nova acta d. k. Leop.-Carol. Akad., Bd. 40, Halle 1879). — J. Reinke, Zwei Parasitische Algen (Bot. Zeitung, Leipz. 1879). — A. Borzi, Studi Algolog. I. Messina 1883. — G. Lagerheim, Bidrag till Sveriges Algflora (Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akademiens Förhandl., 1883, No. 2). — M. Franke, *Endoclonium polymorphum* (Cohn's Beitr. z.

- Biol. d. Pflanzen, Bd. 3, Breslau 1883). — G. Lagerheim, *Codiolum polyrhizum* n. sp. Ett Bidrag till kännedom om släktet *Codiolum* A. Br. (Öfvers. af Vet. Akad. Förhandl. Stockholm 1885). — N. Wille, Algologische Mitt. (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 18, Leipzig 1887). — A. Weber van Bosse, Etude s. l. Algues paras. d. Paresseux (Naturk. Verh. v. d. Holland. Maatsch. d. Wet., Haarlem 1887). — E. Bornet et Ch. Flahault, Note s. deux nouv. genres d'Algues perforantes (Journal de Botanique, Paris 1888). — J. Reinke, Einige neue braune und grüne Algen der Kieler Bucht (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. VI, H. 7, 1888); Atlas deutscher Meeresalgen, I, Berlin 1889. — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 177—262 und 389—390. — A. Weber v. Bosse, Etudes s. l. Algues de l'Archipel Malaisien I (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, T. VIII, Leid. 1890). — A. Hansgirg, Prodromus d. Algenflora von Böhmen, 1, 2, Prag 1888—1892. — F. Gay, Rech. s. Dével. et Classif. de quelques Algues vertes, Paris 1891. — E. Bornet et Ch. Flahault, Plantes viv. dans le Test calcaire d. Mollusques (Bull. soc. bot. France, T. 36, Paris 1889). — H. Klebahn, Zur Kritik einig. Algengattungen (Pringsheim's Jahrbuch. f. wiss. Botanik, Bd. 24, Berlin 1892). — J. Huber, Contrib. à la conn. d. Chaetophorées (Ann. sc. nat. 7. Sér. Botan., T. 16, Paris 1892); Observ. s. l. valeur morph. et hist. des poils et de soies d. l. Chaetophorées (Journal de Botan., T. 6, Paris 1892). — M. Möbius, Morph. d. haarart. Organe bei den Algen (Biolog. Centralbl., Bd. 12, Leipzig 1892). — F. Gay, Sur quelques Algues d. Montpellier (Bull. soc. bot. de France, T. 40, Paris 1893). — L. K. Rosenvinge, Groenlands Havalger (Meddelelser om Groenland, H. 3, Kjöbenh. 1893). — F. Oltmanns, Unters. üb. einig. parasit. Meeresalgen (Bot. Zeitung, Jahrg. 52, Leipz. 1894). — R. Chodat, Mat. pour serv. l'Hist. des Protococcoidées (Bull. l'Herb. Boissier, T. 2, Genève 1894). — E. A. Batters, On some new Brit. Marine Algae (Annals of Botany, Vol. 9, Lond. 1895). — H. Klebahn und E. Lemmermann, Vorarbeiten zu einer Flora des Plöner Seengebietes (Forschungsber. d. Biol. Station Plön, H. 3, Kiel 1895). — A. Borzi, Studi Algologici II, Palermo 1895. — G. Klebs, Beding. d. Fortpflanzung einig. Algen und Pilze, Jena 1896. — P. Kuckuck, Bemerk. z. marin. Algenflora v. Helgoland II. (Wissen. Meeresuntersuch. Abt. Helgoland N. F., Bd. 2, Kiel 1897). — R. Chodat, Sur les Algues perforantes d'eau douce (Bull. l'Herb. Boissier, T. 6, Genève 1898). — L. K. Rosenvinge, Deux. Mém. s. l. algues mar. du Groenland (Meddelelser om Groenland, H. 20, Kjöbenh. 1898). — W. Schmidle, Algolog. Notizen 13 (Allgem. bot. Zeitschrift, Jahrg. 1898, Karlsruhe); Einig. Algen aus preuß. Hochmooren (Hedwigia Bd. 38, Dresden 1899). — J. Snow, *Pseudopleurococcus* n. gen. (Annals of Botany, T. 13, London 1899); *Ulvella americana* (Botanical Gazette, Bd. 27, Chicago 1899). — R. Chodat, *Pleurococcus* et *Pseudopleurococcus* (Bull. l'Herb. Boissier, T. 7, Genève 1899). — L. Ivanoff, Über neue Arten von Algen, Flagellaten usw. (Bull. Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou, 1899). — G. Nadson, Über perforierende Algen (Scripta botanica, Fasc. 13, St. Petersburg 1900). — W. Schmidle, Über drei Algengenera (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 19, Berlin 1901). — N. Wille, Stud. üb. Chlorophyceen, VI. (Kielensks-Selsk. Skrifter. Math.-nat. Kl. 1900, No. 6, Christiania 1901). — T. E. Hazen, *Ulothrichaceae* and *Chaetophoraceae* of the U. S. (Mem. of Torrey Bot. Club, Vol. XI, New York 1901—1902). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — W. & G. S. West, Notes on Freshwater Algae III, (Journ. of Botany, Vol. 41, London 1903). — W. Schmidle, *Friedaea torrenticola* n. gen. et sp. Algol. Not. XVI (Allg. bot. Zeitschr. 1905). — A. Pascher, Zur Kenntn. der geschlechtlichen Fortpflanzung bei *Stigeoclonium* (Flora oder Allg. bot. Zeitung, Ergänzungsband, 1905); Über die Reproduktion bei *Stigeoclonium* (Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. I, 1906). — A. Borzi, *Zoddaea*, Chlorophycearum gen. nov. (La Nuova Notarisia Ser. 17, Padova 1906). — N. Wille, Algol. Unters. an d. biol. Station in Drontheim VI. (Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter. 1906, No. 3, Trondhj. 1906). — R. Gerneck, Zur Kennt. nied. Chlorophyceen (Beihefte z. Bot. Centralbl., B. XXI, Abt. 2, Dresd. 1907). — A. Pascher, Studien üb. d. Schwärmer einig. Süßwasseralg. (Bibliotheca Botanica, H. 67, Stuttg. 1907). — F. Collins, The genus *Pilinia* (Rhodora, Vol. 10, Boston 1908). — N. L. Gardner, New Chlorophyceae from California (Univers. of California Publ. Bot., Vol. III, No. 7, Berkeley 1909). — L. Kolderup-Rosenvinge, On the Marine Algae from North-East Greenland (Meddelelser om Grönland XLIII, Köbenhavn 1910). — F. D. Lambert, *Didymosporangium repens*, new Genus and Species of *Chaetophoraceae* (Tufts College Studies, Vol. III, No. 2, 1912). — E. J. Welsford, The Morphology of *Trichodiscus elegans* Gen. et Sp. Nov. (Ann. of Bot., 1912). — F. Börgesen, The Marine Algae of the Danish West Indies, I. Chlorophyceae, Copenhagen 1913). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — A. A. Elenkin, Über zwei grüne Algen aus der Gattung *Stigeoclonium* (Bull. Jard. Imp. Bot. Pierre le Grand, 1914). — B. Schussnig, Algolog. Abhandlungen. Über einige neue und seltene Chlorophyceen der Adria (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissen. in Wien, 1915). — J. Greger, Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und Fortpflanzung der Gattung *Microthamnion* (Hedwigia 1915). — A. D. Cotton, *Endoderma maculans* n. sp. (Journ. Linn. Soc. Bot. XLIII, 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — E. Acton, On a new penetrating Alga (The Phytologist, Vol. XV, 1916). — H. Printz, Die Chlorophyceen des südlichen Sibiriens und des Uriankailandes (Det Kgl. Norske Videnskabs Selskabs Skr. 1915, Trondhjem 1916). — G. T. Moore, Algological Notes III. A Wood-penetrating Alga, *Gomonitia lignicola* n. sp. (Ann. Missouri Bot. Garden, Vol. V, 1918). — F. E. Fritsch, Contributions to our

Knowledge of the Freshwater Algae of Africa I (Ann. of the South African Museum, Vol. IX, 1918). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, Phycological Contributions I (Univ. Calif. Publ. Bot., Vol. 7, 1920); The Marine Algae of the Pacific Coast of North America, Part. II, Chlorophyceae (Univ. Calif. Publ. Bot., Vol. 8, 1920). — F. Bürgesen, The Marine Algae of the Danish West Indies, Vol. II, Copenhagen 1920. — H. Printz, Subaërial Algae from South Africa (Det Kgl. Norske Videnskabs Selskabs Skr. 1920, Trondhjem 1921). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. d. Algen, II. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — K. J. Meyer, Materialien zu einer Algenflora des Baikalsees (Zeitschr. d. Moskauer Abt. d. Russ. Bot. Gesellsch. 1922). — B. M. Griffiths, *Tetradroides spetsbergensis* Gen. et Sp. nov., a new Alga from Spitzbergen (The new Phytologist, Bd. 22, 1923). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, New marine Algae from the Gulf of California (Proc. California Acad. Sci. 12, 1924). — Friedrich Brand und S. Stockmayer, Analyse d. aerophilen Grünalgenanflüge, insbes. d. proto-pleurococcoiden Formen (Arch. f. Protistenkde., Bd. 52, 1925). — Karl Reich, Zur Kenntn. d. Entwicklungsgesch. u. Cytologie von *Stigeoclonium* (Arch. f. Protistenkde., Bd. 53, 1926). — Henrik Printz, Die Algenflora des Trondhjemsfjordes (Skifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I, Matem.-Naturvid. Kl. 1926, No. 5, Oslo 1926).

Merkmale. Der Thallus besteht meist aus reich und unregelmäßig verzweigten Fäden, die sehr oft in eine dem Substrat anliegende Sohle und die von dieser absteigende Wassersprosse differenziert sind. Infolge der verschiedenen starken Entwicklung eines der beiden Teile oder des völligen Fehlens eines derselben kann der Thallus sehr mannigfaltige Formen annehmen. Wo die Sohle allein vorhanden ist, zeigt sie oft die Form einer völlig geschlossenen Zellscheibe und kann durch horizontale Zellteilungen mehrschichtig werden. Haarbildungen sind häufig. Der Chromatophor ist meistens einfach, plattenförmig mit 1 oder mehreren oder auch ohne Pyrenoide. Zellkern fast immer 1, nur bei *Ulvella* sind mehrere Zellkerne vorhanden. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen mit 2 oder 4 Geißeln und durch Akineten und Aplanosporen. Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten mit 2 oder 4 Geißeln.

Vegetationsorgane. Um den Aufbau der Chaetophoraceen zu verstehen, geht man am einfachsten von den vielförmigen *Stigeoclonium*-Arten, die gewiß ein ursprüngliches Stadium darstellen, aus. Hier wird zuerst bei der Keimung der Zoosporen die ± reich verzweigte, kriechende, dorsiventral gebaute »Sohle« auf dem Substrat gebildet. Von diesen Sohlenzellen gehen lange, in verschiedener Weise verzweigte Zellfäden in die Höhe; oft sind diese wenig verzweigt; nach den Enden zu verzweigen sich die Zweige und können lange, farblose Haare bilden, die aus mehreren Zellen bestehen.

Von diesem Stadium kann die Entwicklung in 2 Richtungen gehen. Die vertikalen Fäden können weiter entwickelt werden und reiche, dicht gestellte Verzweigungen zeigen, wie bei *Chaetophora*, oder es können sich wie bei *Draparnaldia* sogar Lang- und Kurztriebe entwickeln. Das Wachstum erfolgt bei *Draparnaldia* meistens, wenigstens an älteren Zweigen, durch eine oder höchstens wenige Zellen, welche interkalar an der Basis der Haare liegen.

Von *Stigeoclonium* geht aber auch eine absteigende Reihe aus. Auf Grund epi- oder endophytischer Lebensweise haben die Glieder derselben eine Reduktion erfahren. Die vertikalen Fäden können zurücktreten und nur polsterförmige Körper bilden (*Chlorotylum*) oder sogar ganz verschwinden, indem die Sohle die Hauptrolle als Thallus übernimmt (*Entoderma*). Bei der Sektion *Ulvellae* ist die Sohle nur allein vorhanden, sie kann aber durch sekundäre, horizontale Teilungen mehrschichtig werden. Aus diesen drei Typen lassen sich alle Thallusformen bei den Chaetophoraceen herleiten.

Die Familie führt ihren Namen von den im übrigen recht verschiedenen Haarbildungen, welche den meisten Vertretern derselben zukommen. Die Haare sind verschieden geformt und lassen sich wohl alle als Reduktionsbildungen aus den mehrzelligen Haaren der *Stigeoclonium*-Arten herleiten. Bei der Reduktion können die Haare nur eine oder wenige Querwände zeigen (*Arthrochaete*); dadurch kommt man zu den einzelligen Haaren, welche nicht durch eine Wand von ihrer Trägerzelle getrennt sind (z. B. *Phaeophila*), und wenn die Haare noch mehr reduziert werden, treten sie nur als Membranvorsatz hervor. Die Scheidenhaare (*Acrochaete*) werden dadurch gebildet, daß die äußersten Membranschichten des jungen Haares im Scheitel aufreißen und nur die innerste, zarte Schicht sich weiter streckt und das eigentliche Haar bildet, in welches einiges Protoplasma, aber kein Kern einwandert.

Bei den Vertretern der Unterfamilie *Leptosireae* und den meisten der *Ulvellae* fehlen Haarbildungen.

Das Wachstum ist ein interkalares oder ein Spitzenwachstum. Nur bei einem Teil der Arten mit interkalarem Wachstum bleiben alle Zellen teilungsfähig, meist verlieren eine Anzahl oder die meisten die Fähigkeit, sich zu teilen, und das Wachstum erfolgt durch besondere interkalare Zellen. In jeder Zelle meist nur 1 wandständiger Chromatophor mit 1 oder mehreren Pyrenoiden oder auch ohne Pyrenoide. Der Chromatophor ist rein chlorophyllgrün, außer bei *Microthamnion*, wo er eine blaßgrüne Farbe zeigt. Die Zellen enthalten fast immer nur 1 Zellkern; *Ulvella*, die vielleicht überhaupt nicht hierher gehört, besitzt mehrere Zellkerne.

Im einzelnen sind die zahlreichen Chaetophoraceen außerordentlich verschieden; bald tritt die Sohle, bald der Wassersproß mehr in den Vordergrund. In ihren extremsten Formen sind sie recht verschieden, ihre vielfach epiphytische resp. parasitische Lebensweise prägt ihnen eben einen besonderen Wuchs auf.

Nach der Entwicklung des vegetativen Thallus kann die Familie, der Übersicht halber, am besten in 4 Unterfamilien geteilt werden.

Die *Chaetophoreae* umfassen die höchststehenden Formen, von denen die meisten wohlentwickelte, reich verzweigte Wassersprosse besitzen, mit zugespitzten oder haartragenden Scheitelzellen. Gewisse Gattungen können in Schleimmassen eingebettet sein (*Draparnaldia*, *Chaetophora*), die zuweilen eine solche Festigkeit besitzen, daß das Individuum durch sie eine bestimmte Form erhält. *Fridaea torrenticola* und gewisse *Chaetophora*-Arten (*Ch. calcarea*, *Ch. incrassata* var. *crystallophora*) sind mit Kalk inkrustiert. *Draparnaldia* (Fig. 133) ist wohl die höchstgegliederte Chaetophoraceae, und das Verzweigungssystem ist bei ihr differenziert in Hauptspresse mit großen, relativ chlorophyllarmen Zellen und in büschelige Äste mit kleinen, chlorophyllreicheren Zellen, die Assimilatoren darstellen und auf welche allein auch die Bildung der Vermehrungs- und Fortpflanzungsorgane beschränkt ist. Der Hauptsproß setzt sich nach unten direkt in ein Rhizoid fort, und dies

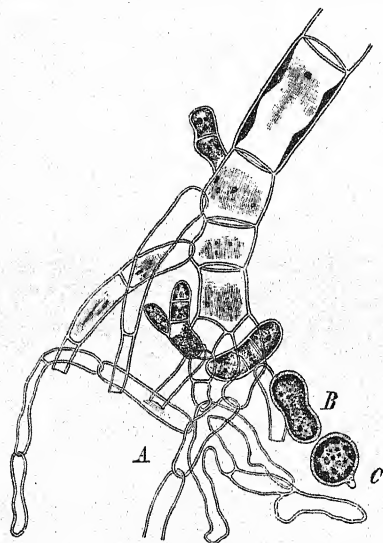


Fig. 130. *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag. A der untere Teil eines Stammes mit Verstärkungsrhizinen; B, C Dauerschwärmer, die sich mit einer Membran umgeben haben. (Original. A 255/1, B, C 440/1.)

Haftorgan wird verstärkt durch andere, welche aus den 3 bis 6 untersten Gliederzellen entspringen (Fig. 130). *Thamniochaete* (Fig. 137 D, E) besteht aus nur ganz wenigen Zellen, von denen 1 oder 2 mit langen hyalinen Haaren besetzt sind. Es ist unentschieden, ob sie eine reduzierte oder eine primitive Form darstellt. *Bulbocoleon* (Fig. 140), *Acrochaete* (Fig. 139), *Gonatoblaste* (Fig. 137 A—C), *Phaeophila* (Fig. 138) usw. sind auch sehr einfache Formen, die hauptsächlich aus kriechenden, verzweigten, epiphytischen oder epizootischen Fäden bestehen.

Die Unterfamilie *Gomontieae* umfaßt nur 2 Gattungen, *Gomontia* (Fig. 142) und *Tellamia* (Fig. 143), die Muscheln, Schneckenschalen u. dgl. bewohnen. *Gomontia* ist kalkbohrend, während *Tellamia* dagegen ausschließlich auf das Periostracum der Schnecken- schale beschränkt ist und nie in die Kalkmasse selbst hineindringt. Beide Gattungen stellen haarlose, dorsiventrale, verzweigte Zellreihen dar. Bei *Gomontia* sind die peripherischen Zellen sehr unregelmäßig, aufgeblasen und mit Ausbuchtungen versehen, während die tiefer in die Kalkmasse hineindringenden schmaler und zylindrisch sind.

Die Unterfamilie *Leptosireae*, die vielfach auch *Microthamnieceae* genannt wurden, besteht aus verzweigten, kriechenden oder aufrechten Fäden, die bisweilen in Gallerte eingebettet sind. Die Zellenden sind meist zugespitzt, aber Haarbildungen fehlen ihnen immer. Die Form der Zellen ist sehr variabel, bei gewissen Arten, z. B. von *Endoderma*

(Fig. 144, 145) und *Gongrosira* (Fig. 149), außerordentlich unregelmäßig, verschiedenartig gekrümmt und mit Ausbuchtungen versehen usw. Die meisten der hierhergehörigen Gattungen leben epiphytisch, andere wie *Endoderma*, *Pseudodictyon* (Fig. 156 A, B) sind endophytisch. *Trichophilus Welckeri* (Fig. 146) lebt endozootisch in den Haaren von *Bradypus*. Die Thalli von *Pleurothamnion* (Fig. 153 A, B) und *Chlorotylum* (Fig. 154) sind mit Kalk inkrustiert. Eine der höchstentwickelten Formen ist *Microthamnion* (Fig. 158) mit seinen reich verzweigten, aufrechten Fäden, während die auf *Sphagnum*-Blättern epiphytisch lebende *Gloeoplas* (Fig. 153 E, F) und die im Meereswasser lebende *Pseudendoclonium* (Fig. 155 A, F) und *Didymosporangium* (Fig. 149) nur aus wenigen, kriechenden, nur spärlich verzweigten Zellen bestehen.

Bei den Vertretern der *Ulvellae* besteht der Thallus nur aus einer ein- oder mehrschichtigen, ± regelmäßigen Zellscheibe, während aufrechte Fäden fehlen. *Pringsheimia* (Fig. 161) und Arten von *Protoderma* haben eine einschichtige Zellscheibe, bei den meisten Gattungen aber ist der Thallus mehrschichtig, wird erst gegen den Rand allmählich dünner und einschichtig und löst sich hier bisweilen in die einzelnen Fäden auf. Die Zellscheibe wird aus dicht gedrängten, kriechenden Fäden gebildet, und die einzelnen verzweigten Fäden lassen sich durch den ganzen Thallus gewöhnlich leicht verfolgen. *Chaetobolus* (Fig. 160 D, E) hat aber einen mehr unregelmäßigen, fast parenchymatischen, halbkugelförmigen Thallus. Die Thalli vergrößern ihren Diameter durch Randwachstum der terminalen Zellen, und bei den meisten Gattungen kommen auch horizontale Teilungen zustande, wodurch die Thalli allmählich mehrschichtig werden. Bei *Ochlochaete* (Fig. 160 A—C), *Chaetobolus* und bisweilen bei *Pringsheimia* sind einfache ungegliederte Haare zu finden, bei *Arthrochaete* (Fig. 159 A—D) sind sie gegliedert; den übrigen Gattungen fehlen Haarbildungen.

Die Begrenzung der einzelnen Unterfamilien gegeneinander ist nicht immer scharf und leicht zu ziehen; die Anordnung der Gattungen ist daher auch recht abweichend bei den verschiedenen Autoren.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Bei der überwiegenden Anzahl von Gattungen der Chaetophoraceen ist ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen bekannt, die von sehr verschiedener Größe sind. Diese entstehen in einer Anzahl von 1—32 in jeder Mutterzelle. Die kleineren werden Mikrozoosporen genannt, die größeren Makrozoosporen. Sie besitzen entweder 4 oder 2 Geißeln und einen Augenfleck. Die Zoosporangien sind im allgemeinen von demselben Aussehen wie die vegetativen Zellen, nur sind sie oft etwas angeschwollen; sie können entweder interkalar aus jeder beliebigen vegetativen Zelle oder nur aus den Endzellen hervorgehen, oder sie können auch, wo sich, wie bei *Draparnaldia*, eine Differenzierung zwischen Hauptsproß und Ästen findet, sich nur aus den Zellen der Äste entwickeln. Bei den *Ulvellae* entstehen die Zoosporangien meist nur aus den mittleren Zellen der Scheibe. Bei *Didymosporangium* werden die Zoosporangien durch 2 sukzessive Teilungen aus den mittleren Zellen der Fäden gebildet. Dadurch entstehen 4 Tochterzellen, die in 2- oder 4zelligen Gruppen liegen, und aus diesen entstehen in jeder Zelle vier 2geißelige Schwärmsporen.

Die Zoosporen entschlüpfen entweder durch eine apikale Pore oder durch Verschleimen der Mutterzellwand.

Bau und Verhältnis der Schwärmer wechseln von Gattung zu Gattung. 4geißelige Zoosporen kommen z. B. bei *Draparnaldia*, *Stigeoclonium*, *Phaeophila*, *Gonatoblacte*, *Trichophilus*, *Gomontia*, *Pseudendoclonium*, *Endoderma*, *Sporocladus*, *Chaetonema*, *Pringsheimia*, *Pseudulvella*, *Ochlochaete* und *Endoclonium* vor, während *Pilinia*, *Acrochaete*, *Zoddaea*, *Chlorotylum*, *Microthamnion*, *Endophyton*, *Iwanoffia*, *Leptosira*, *Didymosporangium*, *Pleurothamnion*, *Chloroclonium*, *Gongrosira*, *Ulvella* und *Protoderma* 2geißelige Zoosporen haben. Die Zoosporen keimen meist direkt, aber bei *Leptosira* entsteht erst eine kleine *Characium*-ähnliche Pflanze, die 4 Aplanosporen bildet. Diese werden durch Verschleimen der Mutterzellmembran frei und wachsen dann zu einer neuen vegetativen Pflanze aus. Übrigens ist hier noch viel im unklaren.

Sogenannte Dauerschwärmer kommen z. B. bei *Stigeoclonium*, *Chaetophora*, *Draparnaldia* und *Endoclonium* vor. Nachdem die Dauerschwärmer einige Zeit geschwärmt haben, runden sie sich ab, umgeben sich mit einer dicken Membran und treten in ein Ruhe-

stadium ein. Bei den ersteren Gattungen gehen 1, 2 oder 4 Dauerschwärmer aus jeder Zelle hervor, und dieselben können entweder eine kurze Strecke ausschwärmen oder auch in der Mutterzelle liegenbleiben. Sie können der Geißeln entbehren; wo sie aber solche besitzen, haben sie 1 roten Augenpunkt und können, bevor sie sich mit einer Membran umgeben, eine unregelmäßige Form annehmen, so zuweilen bei *Draparnaldia* (Fig. 130 B, C). Die Dauerzellen haben in der Regel eine rotgelbe Farbe, und bei ihrer Keimung wird im allgemeinen erst ein *Palmella*-Stadium gebildet, dessen Zellen entweder direkt zu neuen Individuen auswachsen oder auch erst Schwärmsporen bilden.

In bezug auf das Schicksal der Pflänzchen, welche aus den verschiedenartigen Schwärmern hervorgehen, ist noch recht vieles im unklaren.

Aplanosporen, bisweilen mit granulierter Wand, sind bei vielen Gattungen bekannt. Sie entstehen zu 1—4 in einer Mutterzelle, indem der Inhalt sich von der Wand zurückzieht und sich mit einer neuen eigenen Membran umgibt. Es kann sich später gelbliches Öl ansammeln und die Membran stark verdickt werden. Die Aplanosporen ruhen eine Zeit und keimen dann direkt aus; sie sind unzweifelhaft als reduzierte Zoosporen aufzufassen. Sehr häufig sind Aplanosporen z. B. bei *Draparnaldia*, wo fast sämtliche Zellen der Zweigbüschel je 1 Aplanospore bilden können. Bei anderen, z. B. *Microthamnion*, entstehen viele Aplanosporen in jeder Mutterzelle. Bei *Chlorotylum* und *Gongrosira* gibt es sowohl ruhende Akineten, welche von gewissen Ästen gebildet werden, indem die innere Membranschicht ihrer Zellen sich verdickt und der Inhalt derselben eine rote Farbe annimmt, sowie auch Vermehrungsakineten, die dadurch entstehen, daß die Zellmembranen der Äste verschleimen, so daß die einzelnen Zellen frei werden, die sodann entweder direkt zu neuen Individuen auswachsen, wie bei *Gongrosira*, oder durch wiederholte kreuzweise Teilungen ein *Palmella*-Stadium bilden, das (wie bei *Schizochlamys*) gewisse resistente äußere Schichten der Hülle abwerfen kann und schließlich 4—16 größere Schwärmsporen mit je 4 Geißeln bildet. Bei *Gongrosira circinnatus* finden sich ebenfalls 2 Arten von Akineten; die eine, welche die Bestimmung zu haben scheint, sowohl die Anzahl der Individuen zu vermehren wie auch zu überwintern, wird von den untersten Zellen des Hauptastes gebildet, indem dieselben sich gegeneinander abrunden und ihre Membran verschleimen, so daß die Akineten frei werden, welche dann bei der Keimung ein *Palmella*-Stadium bilden; die andere Art, die zur Übersommerung bestimmt zu sein scheint, entsteht auf einer Art von Hypothallus dadurch, daß gewisse Teile der Äste anschwellen, sich reich mit Inhalt füllen und sich durch eine Querwand abgrenzen. Bei *Leptosira* und *Stigeoclonium* kommen nur Vermehrungsakineten vor, welche bei *Leptosira* aus einer *Characium*-ähnlichen Generation entstehen, indem diese sich in 4 Zellen teilt, die durch die Verschleimung der Zellmembran frei werden und sodann zu neuen vegetativen Individuen auswachsen. Bei *Stigeoclonium* entstehen ähnliche Haufen runder Zellen besonders aus der Sohle (Fig. 132, 5—7), wenn die Pflanzen in ungünstigen Verhältnissen leben bzw. Hemmungen irgendwelcher Art erfahren. Die Zellen füllen sich mit Stärke, können wohl auch noch einmal eine Viertelteilung erfahren. Diese »Palmellen« lösen sich durch Verschwinden der gemeinsamen Gallerthülle aus dem Verbande. Sie können ruhen und unter geeigneten Bedingungen keimen. Das geschieht unter Bildung von Schwärmern, die in großer Zahl austreten, zur Ruhe kommen und dann normale Fäden bilden. Auch Aplanosporen, welche sofort keimen, werden angegeben. Welcher Art die Schwärmer sind, steht nicht fest.

Eigentümliche Ruheakineten kommen bei den Arten von *Gomontia* vor. Sie werden von gewöhnlichen vegetativen Zellen durch Vergrößerung derselben gebildet und sind häufig von sehr unregelmäßiger Form, mit dicker Wand und verzweigten Rhizoiden (*Codiolum*-Stadium genannt). Bei der Keimung erzeugen sie viele Aplanosporen oder 2geißelige Schwärmsporen, die vielleicht als Gameten anzusehen sind. Ruheakineten sind auch bei vielen anderen Gattungen bekannt, z. B. bei *Bulbocoleon* und *Pilinia*.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nach und nach bei vielen Gattungen nachgewiesen worden (*Stigeoclonium*, *Draparnaldia*, *Chaetophora*, *Trichodiscus*, *Gongrosira*, *Leptosira*, *Phaeophila*, *Endoclonium*, *Ulvella*, *Protoderma*, *Pringsheimia* u. a.). Sie ist immer eine Kopulation von eiförmigen Isogameten, die meistens 2 Geißeln haben. Bei *Pringsheimia* sind Gameten mit 4 Geißeln bekannt, und nur in einem Fall sind Mikro- wie Makrogameten beobachtet worden. Die Gameten sind den Mikrozoosporen sehr ähnlich, und es ist wahr-

scheinlich, daß die Mikrozoosporen bei gewissen Gattungen fakultative Gameten darstellen. Die Gametangien sind meist den vegetativen Zellen oder den Zoosporangien gleich, bei *Trichodiscus* sind sie jedoch bedeutend größer. Bei *Gongrosira* entstehen die Gameten nur



Fig. 131. *Gongrosira circinata* (Borzi) Schmidle. A Teil eines Thallus, welcher Makrozoosporen bildet; B Zoospore; C keimende Zoospore; D Akinetenbildung der Herbstgeneration; E, F Keimung der Akineten und Bildung eines *Palmella*-Stadiums; G Zellen des *Palmella*-Stadiums in beginnender Keimung; H Akinetenbildung der Sommergeneration; J, K *Palmella*-Stadium von Akineten der Sommergeneration, welche Mikrozoosporen bilden; L Mikrozoosporen; M Gametangien, die aus den Zellen der Herbstgeneration entstanden sind; N, O geöffnetes Gametangium und Gameten; P Kopulationsstadium. (Nach Borzi, A und H 370/1, die übrigen 660/1.)

aus den mittleren Zellen des Thallus. Die Gameten entstehen in Vielzahl in jeder Mutterzelle. Bei *Leptosira* kopulieren die Gameten mit ihren Hinterenden und bilden eine spindelförmige Zygospore, während die Zygoten sonst meist rund sind. Sie kommen allmählich zur Ruhe. Parthenogenetische Entwicklung der Gameten ist vielfach beobachtet worden.

Geographische Verbreitung. Die *Chaetophoraceae* sind außer im Süßwasser auch im Meere durch zahlreiche Gattungen vertreten, gewisse Gattungen haben sowohl Süßwasser- wie marine Arten. Einzelne Gattungen, wie *Stigeoclonium*, *Chaetophora*, *Draparnaldia*, *Microthamnion* u. a., haben eine außerordentlich große Verbreitung, während andere, wie z. B. *Fridaea*, *Chloroclonium*, *Didymosporangium*, *Epibolium*, *Lochnium*, *Pleurothamnion* u. a., nur innerhalb eines sehr begrenzten Gebietes gefunden worden sind; es ist jedoch wahrscheinlich, daß eine nähere Untersuchung eine große Verbreitung der meisten Gattungen dartun würde. Wie es den Anschein hat, sind die *Chaetophoraceae* selten in den rein arktischen und alpinen Regionen, dagegen aber häufig in den temperierten Gegenden.

Verwandtschaftliche Verhältnisse. Die *Chaetophoraceae* in der jetzigen Umgrenzung müssen als eine einheitliche Familie, die von den *Ulotrichaceae* abstammt, aufgefaßt werden. Die Übereinstimmung der niederen Chaetophoraceen wie *Stigeoclonium* mit der Gattung *Ulothrix* ist so groß, daß *Stigeoclonium* beinahe als eine verzweigte *Ulothrix* bezeichnet werden könnte.

Die Anpassung für epi- oder endophytische (z. B. *Endoderma*), epi- oder endozootische (z. B. *Tellamia*) oder für aerophytische (z. B. *Pleurastrum*) Lebensweise hat dann aber eine weitgehende Umbildung des Thallus herbeigeführt. Um sich an diese epiphytische oder epizootische Lebensweise anzupassen, müssen die freien Thalluszweige und Haarbildungen zurücktreten, die kriechenden Thalluszweige werden dagegen weiter entwickelt und können unter Umständen Rhizoide bilden. Um der aerophytischen Lebensweise angepaßt zu werden, müssen auch die Haarbildungen reduziert werden, und es tritt eine Neigung auf, *Pleurococcus*-ähnliche Kolonien zu bilden (z. B. *Pseudendoclonium*).

Der Unterfamilie *Gomontieae* schließt sich die Gattung *Pilinia* an. Betreffs der Unterfamilien *Chaetophoreae* und *Leptostireae* wird es schwer, die Grenzen zu ziehen, sie haben viele verwandtschaftliche Beziehungen und sind vielleicht nicht als gut begrenzte natürliche Abteilungen aufzufassen. Zur Unterfamilie *Ulvellae* habe ich diejenigen Gattungen gestellt, die einen ganz scheibenförmigen Thallus besitzen; diese Gattungen stammen wohl von verschiedenen den *Chaetophoreae* und *Leptostireae* angehörenden Formen ab; und es kann deshalb angenommen werden, daß die *Ulvellae* einen polyphyletischen Ursprung haben.

Von den *Chaetophoraceae* kann man weiter die *Aphanochaetaceae*, *Trentepohliaceae*, *Wittrockiellaceae* und *Chaetopeltidaceae* ableiten.

Einteilung der Familie.

A. Der Thallus besteht aus einer verzweigten, aufrechten oder kriechenden Zellreihe.

a. Der Chromatophor ist rein grün gefärbt.

α. Äste (und Zellen) mit Haaren I. *Chaetophoreae*.

1. Thallus nicht epiphytisch, aufrecht, mit einer Basalzelle oder Bodenscheibe befestigt, seltener kriechend oder in Gallertmassen eingehüllt.

1. Ein deutlich ausgeprägter Hauptsproß vorhanden 3. *Draparnaldia*.

2. Keine deutliche Differenz von Hauptsproß und Ästen.

* Die Zellfäden zu kugeligen oder halbkugeligen Massen vereinigt.

† Thallus weich, nicht oder wenig von Kalk inkrustiert 6. *Chaetophora*.

†† Thallus von Kalk inkrustiert, eine feste Masse bildend 7. *Fridaea*.

** Die Zellfäden nicht zu halbkugeligen Massen vereinigt.

† Chromatophoren mit Pyrenoiden.

○ Makrozoosporien mit 4 Geißeln 1. *Stigeoclonium*.

○○ Makrozoosporien mit 2 Geißeln 2. *Iwanoffia*.

†† Chromatophoren ohne Pyrenoide 8. *Pilinia*.

II. Alge epi- oder endophytisch bzw. epi- oder endozootisch.

1. Die Haare sind mehrzellig.

* Die Haare gehen von den Zweigspitzen aus 4. *Endoclonium*.

** Die Haare gehen von den interkalaren, oft kriechenden Zellen aus.

† Nur die Basalzelle des Haares enthält Chlorophyll 16. *Trichodiscus*.

†† Alle oder fast sämtliche Zellen des Haares enthalten Chlorophyll

15. *Pseudochaete*.

2. Die Haare sind einzellig.

* Thallus nur ein aufgerichteter, mit einer Basalzelle befestigter Faden

10. *Thamniochaete*.

** Thallus wenigstens größtenteils von kriechenden Fäden gebildet.

† Die Zoosporen haben 4 Geißeln.

○ Die Haare sind nicht von der Trägerzelle abgegrenzt 11. *Phaeophila*.○○ Die Haare sind mittels einer Wand abgegrenzt . . . 9. *Chaetonema*.

†† Die Zoosporen haben 2 Geißeln.

○ Die Haare gehen von den gewöhnlichen Zellen aus.

△ Die Haare sind hohl, an der Basis eingeschnürt 5. *Ectochaete*.

△△ Die Haare besitzen solide Membranverdickungen.

× Die Zoosporangien sind den vegetativen Zellen ähnlich 12. *Gonatoblaste*.×× Die Zoosporangien sind groß, oval . . . 13. *Acrochaete*.

○○ Die Haare gehen von besonderen kleinen Zellen aus

14. *Bulbocoleon*.

β. Äste und Zellen ohne Haare.

I. Ruheakineten unregelmäßig ausgewachsen; kalkbohrende Algen

II. *Gomontieae*.1. Der gewöhnliche Thallus von nur einer Art Zellen gebildet . . . 17. *Gomontia*.2. Der gewöhnliche Thallus von äußeren kurzen Zellen und nach innen gehenden dichotomisch verzweigten, langen, dünnen Zellen gebildet . . . 18. *Tellamia*.

II. Ruheakineten, wenn vorhanden, rundlich; nicht kalkbohrende Algen

III. *Leptosireae*.1. Ruheakineten entstehen einzeln nur aus der apikalen Zelle . . . 33. *Lochmium*.

2. Ruheakineten können auch aus interkalaren Zellen gebildet werden.

* Thallus aus verzweigten Fäden, die nicht regelmäßig sohlen- oder polsterförmig vereinigt sind, bestehend.

† Die kleinen Zweige gehen winkelrecht von den Hauptzweigen ab und bilden ein Netz von horizontalen Fäden . . . 35. *Pseudodictyon*.

†† Thallus nicht ein regelmäßiges, horizontales Netzwerk bildend.

○ Die Zoosporen haben 4 Geißeln.

△ Der Chromatophor ist plattenförmig mit Pyrenoid.

× Zoosporangien von den vegetativen Zellen wenig verschieden

19. *Endoderma*.×× Zoosporangien keulenförmig . . . 27. *Sporocladus*.△△ Chromatophor muldenförmig, ohne Pyrenoid 20. *Trichophilus*.

○○ Die Zoosporangien haben 2 Geißeln.

△ Chromatophor ohne Pyrenoid . . . 26. *Leptosira*.

△△ Chromatophor mit Pyrenoid.

× Die Alge epiphytisch in der Schleimhülle anderer Algen oder an der Epidermis anderer Pflanzen.

□ Die Zoosporangien entstehen direkt aus 1 oder mehreren der äußersten Zweigzellen.

§ Zoosporangien 1 oder meist mehrere reihenweise, bis zu 5 hintereinander; Thallus von freien Fäden gebildet . . . 21. *Chloroclonium*.

§§ Zoosporangien immer einzeln von den äußersten Zweigenden gebildet.

× Zoosporangien eiförmig; Thallus von ziemlich dicht gedrängten, reich verzweigten horizontalen Fäden gebildet . . . 24. *Epibolium*¹⁾.×× Zoosporangien keulenförmig am Ende kurzer, senkrecht zur Oberfläche ausgehender Zweige gebildet . . . 34. *Endophyton*.

□□ Die Zoosporangien entstehen durch 2 sukzessive Teilungen der mittleren Zellen, so daß die Zoosporangien in 2- oder 4zellig Gruppen zu liegen kommen

22. *Didymosporangium*.×× Die Alge ist aerophytisch . . . 32. *Pleurastrum*.¹⁾ Die Anzahl der Geißeln an den Zoosporen ist jedoch für diese Gattung noch nicht sicher festgestellt.

wissen Arten auch 2geißelige Gametozoosporen bekannt. Vegetative Vermehrung auch durch Akineten, die besonders in der Sohle entstehen. Durch Verschleimung der Sohle können auch *Palmella*-Stadien gebildet werden. Aplanosporen entstehen aus zur Ruhe gekommenen Mikrozoosporen.

Etwa 34 Arten, die fast ausschließlich im Süßwasser leben, besonders in fließendem Wasser. Sie kommen in allen Weltteilen vor. *S. tenue* Kütz. dürfte die allgemeinste und meist polymorphe Form sein.

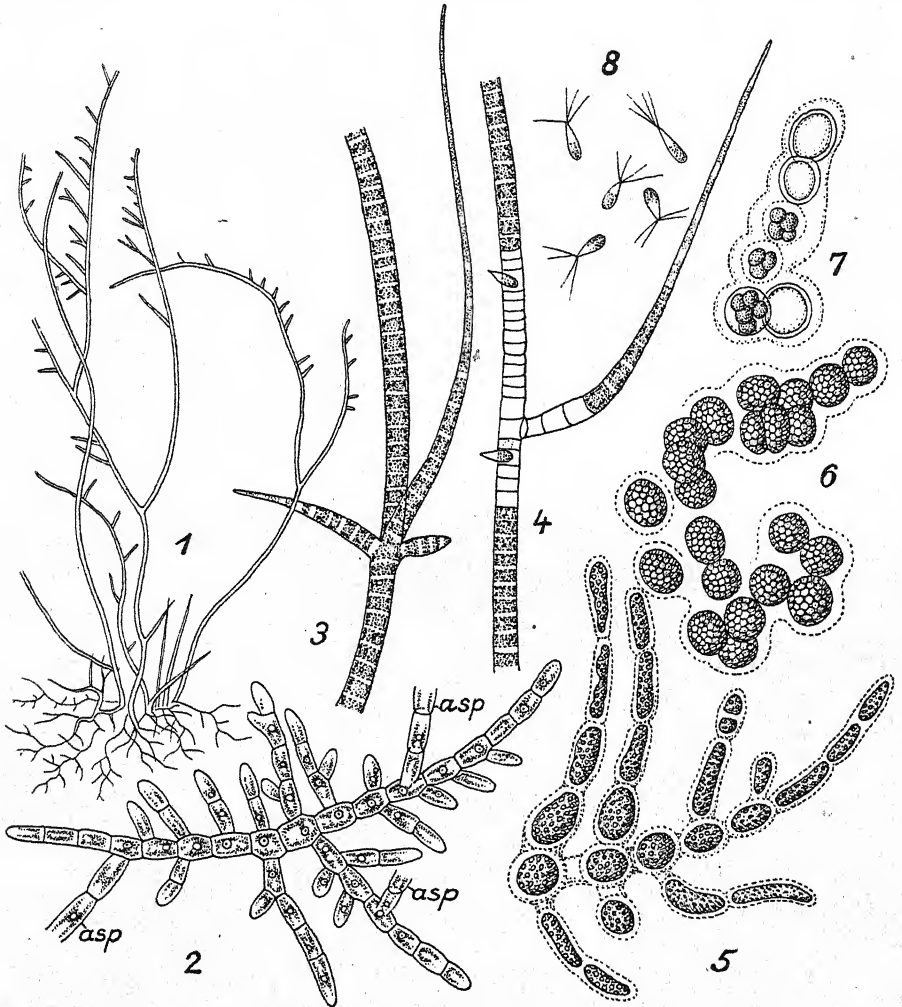


Fig. 132. 1 *Stigeoclonium tenue* Rabenh. Habitusbild, schwach vergr. — 2 *St. lubricum* (Dillw.) Kütz. Sohle mit aufrechten Sprossen (asp). — 3, 4 *St. protensum* Kütz. 5–7 Palmellastadien; 8 Zoosporen. (1 nach Huber, 2 nach Berthold, 3–4 nach Thuret, 5–7 nach Cienkowski, 8 nach Oltmanns.)

2. *Iwanoffia* Pascher in Flora oder Allgem. bot. Zeitung, Ergänzungsband (1905) 98. (*Stigeoclonium* Iwanoff, Über neue Arten von Algen usw. in Bullet. Soc. Imp. Nat. Moscou [1899] 423, Taf. XI). — Weicht hauptsächlich von *Stigeoclonium* dadurch ab, daß die Makro- und Mikrozoosporen nur 2 Geißeln besitzen. Sie hat horizontal dem Boden aufliegende Fäden, von welchen sich Luftpresse erheben. Im Boden wurzelt sie mit Rhizoiden.

Nur 1 Art, *I. terrestris* (Iwan.) Pascher (*Stigeoclonium terrestre* Iwan.), auf feuchter Erde in Europa.

3. **Draparnaldia** Bory in Ann. Mus. Hist. Nat., Vol. XII (1808) 399 (Fig. 133, A, B, C) (auch *Draparnaudia* geschrieben; *Charospermum* Link, Epistol. Alg. aquat. in Nees, Hor. phys. Berol. [1820] 5). — Der Thallus, bis zu vielen Zentimetern lang, besteht aus einer festsitzenden Sohle mit aufrechten Langtrieben und bildet schlüpfrige Räschen ohne bestimmte Form, zeigt aber deutlich differenzierte Hauptspresse, deren

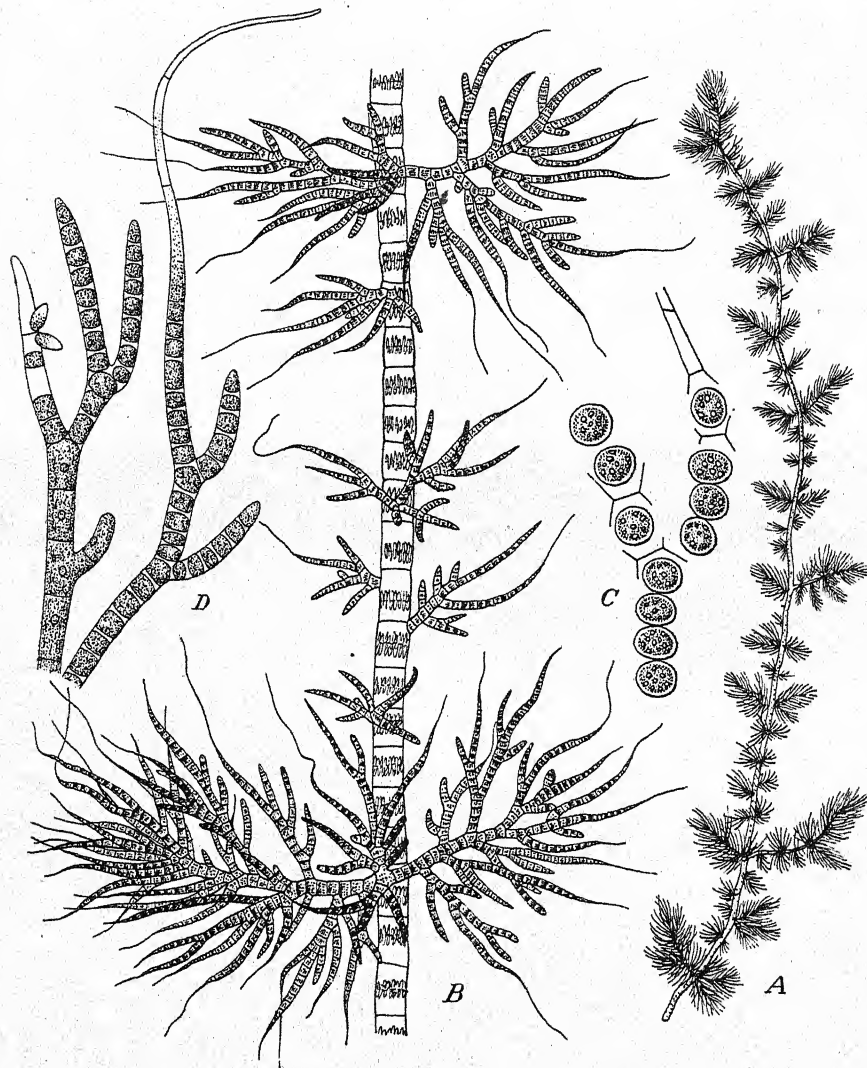


Fig. 133. A, B *Draparnaldia* sp. A Zweig, schwach vergr.; B ein Stück desselben, stärker vergr. — C *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag., Aplanosporen. — D *Chaetophora elegans* (Roth.) Ag. Stück eines Thallus mit Zoosporenbildung. (A, B nach Oltmanns, C nach Klebs, D nach Thuret).

Gliederzellen groß, hell und nur mit einem relativ schmalen Chromatophorenbande ausgerüstet sind. Die Hauptspresse tragen an den Seiten Kurztriebe, die entweder zerstreut oder in Quirlen meist zu 3 bis 4 angeordnet sind und aus viel schmäleren, kürzeren und reicher verzweigten Zellreihen bestehen, die im allgemeinen mit einer mehrzelligen farblosen Haarspitze enden. Sie stellen die Assimilatoren dar und besorgen gleichzeitig die Zoosporenbildung, während die Zellen der Hauptspresse die Fähigkeit zur Zoosporenbildung

verloren haben. Beim Zerfall der Fäden wird man bisweilen die Enden H-förmiger Teilstücke bemerken, und eine ähnliche H-Struktur wie bei gewissen anderen Fadenalgen läßt sich auch hier in der Membran spüren. Der Hauptsproß setzt sich nach unten direkt in ein Rhizoid fort, das durch andere Verstärkungsrhizinen, die aus den untersten Gliederzellen entspringen, verstärkt wird. Der Chromatophor ist in den Hauptsprossen ein gürtelförmiges, am Rande ausgezacktes Band, bisweilen netzförmig durchbrochen, und bedeckt nur eine kleine Fläche der inneren Zellwand. Er enthält mehrere Pyrenoide. In den Zellen der Kurztriebe bedeckt der Chromatophor fast die ganze Zellwand und enthält wenig Pyrenoide. Ungeschlechtliche Vermehrung durch eiförmig-zylindrische, mit Stigma versehene Makrozoosporen, die zu 1—4 in jeder Zelle der Kurztriebe entstehen und direkt keimen. Außerdem kommen auch 4wimperige Mikrozoosporen vor, die entweder im Schwärmerzustand, oder nachdem sie nach Abstoßung der Wimpern in einen amöboiden Zustand übergegangen sind, miteinander kopulieren. Die nicht kopulierenden gehen in Dauer-

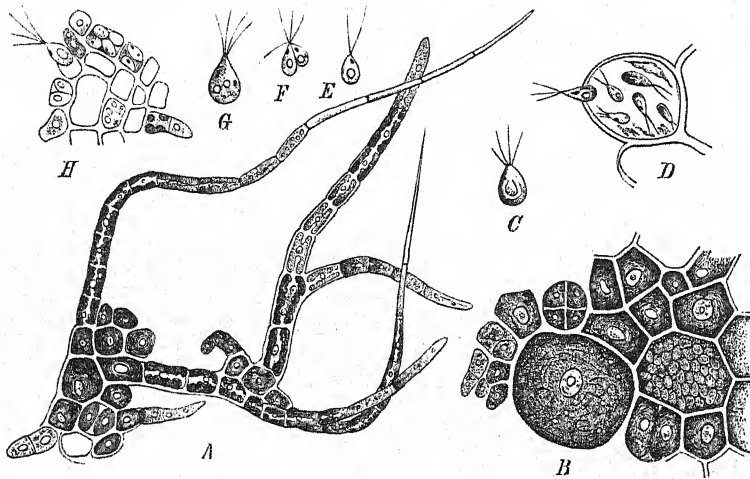


Fig. 134. *Endoclonium polymorphum* Franke. A, B epiphytische Kolonien nach einer Kultur von 14 Tagen in feuchter Luft; C Makrozoospore; D Bildung von Mikrozoosporen an der endophytischen Form; E Gamet; F, G Kopulationsstadien; H Bildung von Gameten und Makrozoosporen. (Nach Franke, 660/1.)

stadien über. Anstatt Zoosporen können sich in den Zellen der Zweigbüschel auch Aplano-sporen bilden. Diese haben einen rotgefärbten Zellinhalt mit dicker Membran und machen ein Ruhestadium durch; bisweilen bleiben sie reihen- oder haufenweise zusammen liegen.

19 Arten in süßem, vornehmlich klarem Wasser, sowohl in stehendem wie fließendem, in allen Weltteilen; die häufigsten sind *D. glomerata* (Vauch.) Ag. und *D. plumosa* (Vauch.) Ag.

4. *Endoclonium* Szymanski, Über parasitische Algen, Breslau (1878) 18 (Fig. 134). — Die Alge hat eine endo- und eine epiphytische Form. Die letztere besteht aus einer kleinen, unregelmäßig begrenzten, pseudoparenchymatischen Sohle, welche nach den Seiten oder nach oben kurze Äste entsendet, die denselben Bau wie bei *Stigeoclonium* haben, aber viel kürzer sind. Die Zellen der Sohle erzeugen direkt Makrozoosporen und Gameten. Erstere entstehen einzeln in jeder Zelle, sind 4wimperig mit Stigma und liefern direkt neue epiphytische Thalli. Die Gameten sind 2wimperig und entstehen durch sukzessive Teilungen zu 2 oder 4 oder mehr in jeder Zelle, haben einen roten Augenfleck, können entweder kopulieren oder parthenogenetisch keimen, indem sie in die Spaltöffnungen der Wirtspflanze eindringen, und bilden den endophytischen, *Palmella*-ähnlichen Thallus, dessen runde Zellen wohl alle auf einzelne Zoosporen zurückzuführen sind. Die Zellen erzeugen kleine 2geißelige Zoosporen, mehrere in jeder Zelle entstehend, aus denen die epiphytische Form hervorgeht. Die Zoosporen können Dauerzellen hervorbringen, die bei ihrer Keimung wieder Zoosporen bilden.

3 Arten, von denen *E. polymorphum* Franke (= *Stigeoclonium polymorphum* [Franke] Heering) die am besten untersuchte ist (s. Franke in Cohn's Beitr. zur Biol. d. Pfl., III, Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

S. 365—375), in süßem Wasser epi- oder endophytisch auf lebenden oder toten *Lemna*-Arten. Bisher nur in Europa bekannt, kommt wahrscheinlich aber auch an anderen Orten vor.

5. Ectochaete (Huber) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtr. I, 2 (1909) 79 (Fig. 136 A—D). (*Bulbocoleon* Möbius p. p., *Conspect. algar. endophytarum* in Notarisia 6 [1891] 1279, Pl. 14; *Entoderma* Lagerheim p. p. in Öfvers. Vet. Akad. Förhandl. [1888] auct. pl.). — Der mikroskopische Thallus ist endophytisch in den Membranen, innerhalb der Kutikula anderer Algen. Die Verzweigungen sind hauptsächlich zweiseitig, monopodial oder bisweilen beinahe dichotomisch; es kann aber auch Pseudoparenchym gebildet werden. Die Zellen sind langgestreckt oder beinahe kugelig und können auf dem Rücken lange, dünne Haare ausbilden, welche durch die Kutikula der Wirtspflanze herausdringen; die Haare können an der Basis eingeschnürt oder angeschwollen sein, haben aber keine Querwände oder Scheiden. Der Chromatophor ist parietal, scheibenförmig oder netzförmig mit mehreren Pyrenoiden. Zoosporangien (?) wenig von den vegetativen Zellen verschieden und viele, breit eiförmige Zoosporen (oder Gameten?) mit 2 Geißeln, aber ohne Stigma bildend. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 2 Arten, *E. leptochaete* (Huber) Wille (= *Endoderma leptochaete* Huber) an Meeresalgen und *E. endophytum* (Möb.) Wille (= *Bulbocoleon endophytum* Möb., *Endoderma jadinianum* Huber) an Süßwasseralgen in Europa.

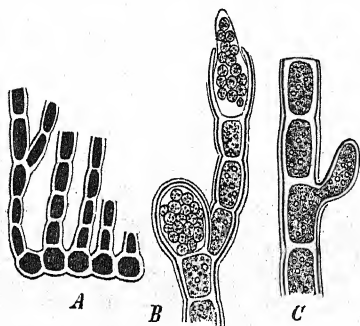


Fig. 135. *Pilinia rimosa* Kütz. A Teil eines kriechenden, unverzweigten Fadens; B aufrechter Ast mit 2 Zoosporangien; C beginnende Verzweigung. (Nach P. Reinsch, A 180/1, B u. C 720/1.)

bundene, rundliche Einzelzellen dar oder besteht auch aus kurzen Fäden, deren Zellen ebenfalls eine rundliche Form zeigen. Von diesen wachsen die Wassersprosse aus, und es besteht kein deutlicher Unterschied zwischen den Hauptsprossen und ihren Verzweigungen. Der Übergang findet allmählich statt, da die Scheindichotomien aufeinanderfolgen. Die Verzweigung ist entweder monopodial oder sympodial. Alle Zweige sind gleichwertig, die älteren bilden eine oft recht lange Haarspitze aus, unterhalb welcher dann ein interkalärer Vegetationspunkt liegt. Die nicht haarführenden Äste wachsen mit einer Spitzenzelle und zugleich durch interkalare Teilungen. In älteren Pflanzen treten sehr oft sekundäre Rhizoide aus, die selbst in ziemlich hochgelegenen Zellen entspringen können. Der Chromatophor ist ein parietales Band mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Die im Innern des Thallus gelegenen Zellen sind meist chlorophyllärmer als die der Endverzweigungen. Vermehrung durch 4geißelige Zoosporen. Akineten werden besonders aus den Zellen der Endverzweigung, aber auch aus tiefer gelegenen Zellen gebildet. Aplanosporen kommen vor. Außerdem sind 2geißelige Gametozoosporen, deren Kopulation wahrgenommen ist, bei dieser Gattung bekannt.

14 Arten, die zu den häufigsten Süßwasseralgen in allen Weltteilen gehören. In kalkhaltigem Wasser tritt oft eine starke Inkrustation des Thallus mit Kalk ein. Die gewöhnlichsten Arten sind: *Ch. elegans* (Roth) Ag., *Ch. pisiformis* (Roth) Ag. und *Ch. incrassata* (Hud.) Hazen (= *Ch. Cornu-Damiae* Ag., *Ch. endiviaefolia* Ag.).

7. Fridaea Schmidle in Allg. bot. Zeitschr. (1905) 63. — Thallus mit Kalk inkrustiert, hellgrüne, gelbliche, unregelmäßige Flecken bildend, besteht aus zunächst niederliegenden, dann aufsteigenden Fäden mit dichtgedrängten, kurzen, oft wieder verzweigten, aufrecht stehenden Ästchen. Endzellen der aufrechten Äste vielfach in äußerst lange nach aufwärts sich nicht verschmälernde, sondern an den Enden oft etwas verbreiterte, nicht gegliederte

Haare mit oft zart chlorophyllgrünem Inhalte ausgehend; diese Endzellen sind nicht mit Kalk inkrustiert. Zellen unregelmäßig, mit geschichteter, oft zerfaserter Zellhaut, nur die oberen chlorophyllgrün, mit zartem, wandständigem, fast die ganze Zelle bedeckendem Chromatophor, der 1 oder 2 Pyrenoide, viel freie Stärke und bisweilen auch Öl enthält.

Nur 1 Art, *Fr. torrenticola* Schmidle, auf Kalksinter eines Wasserfalles in Deutschland.

8. *Pilinia* Kütz., *Phycologia generalis* (1843) 273 (Fig. 135). (Inkl. *Acroblaste* Reinsch. Ein neues Genus der Chroolepideae in *Botan. Zeitung*, 37 [1879] 360, Tab. III; *Chaetophora* Kjellman, *Alg. Arctic Sea* in *Sv. Vet.-Akad. Handl.*, Bd. XX, No. 5, 286, Tab. 31, Fig. 4—7). — Der Thallus besteht aus einer reich verzweigten Basalschicht von einfachen Zellreihen,

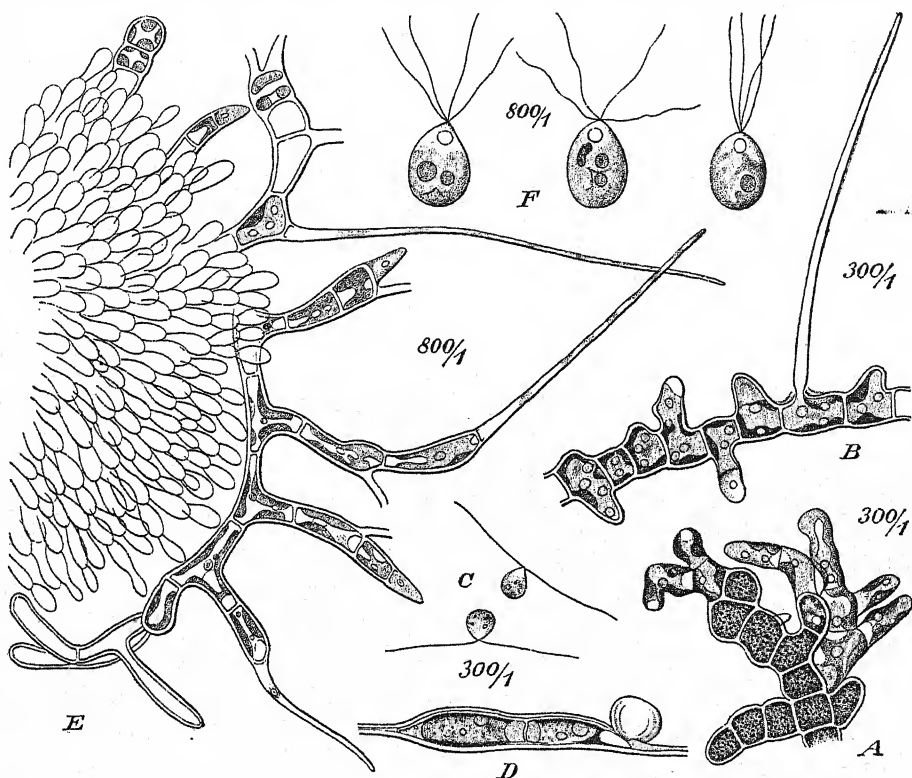


Fig. 136. A—D *Ectochaete leptochaete* (Huber) Wille. A peripherischer Teil eines verzweigten Thallus; B gestreckter Faden mit einem Haar; C Zoosporen (?) mit 2 Geißeln; D Keimungsstadium. — E, F *Chaetonea irregularis* Nowak. E ein verzweigter Faden an *Batrachospermum* wachsend, a Zweige, die Zoosporen bilden; F Zoospore. (Nach J. Huber, A, B, E 300/1, C, D, F 800/1.)

von welchen sich aufrechte, einfache oder pseudodichotomisch verzweigte, gleichdicke Zellfäden erheben, die bisweilen in mehrzellige Haare enden. Die Zellen der aufrechten Fäden sind im allgemeinen doppelt so lang als breit. Die Äste entstehen im obersten Teil der Zellen und grenzen sich an ihrer Basis durch eine Querwand ab. Die Zellmembran ist dick. Chromatophor blaß gelbgrün, die ganze Zelle bedeckend und ohne Pyrenoide. Befruchtung nicht bekannt. Die Zoosporangien terminal oder seitlich an den aufgerichteten Zweigen oder sitzend an der Basalscheibe und zahlreiche Zoosporen mit 2 Geißeln bildend. Entwicklung unbekannt. Akineten und Aplanosporen ebenfalls nicht bekannt.

6 Arten an Steinen und Muschelschalen oder epiphytisch an Algen im Meereswasser, z. B. *P. rimosa* Kütz. (= *Acroblaste Reinschii* Wille) und *P. pellicula* (Kjellm.) (= *Chaetophora pellicula* Kjellm.), sowohl in Europa wie in Nordamerika, die übrigen bisher nur in Nordamerika gefunden. *P. maritima* (Kjellm.) Rosenvinge (= *Chaetophora maritima* Kjellm.) hat sich dagegen als eine *Ectocarpus*-Art erwiesen.

9. **Chaetonema** Nowak. in Cohn, Biol. Pflanz., II (1876) 75 (Fig. 136 E, F). — Der Thallus wächst in den Schleimhüllen verschiedener Algen, hat unregelmäßige Verzweigungen, welche von den kriechenden Hauptfäden nach verschiedenen Richtungen, oft in einem rechten Winkel, ausgehen. Die Zweige können bisweilen sekundäre Äste aussenden. Dünne Haare bilden sich an dem Gipfel der Zelle aus und sind ungegliedert, werden aber durch eine Querwand von der Trägerzelle abgegrenzt, wonach die Trägerzelle weiter auswachsen und sich teilen kann. Die Zellen können wiederholt Haare hervorbringen, und an älteren Zellen kann man 3—4 abgebrochene Basalteile solcher Haare finden. Die Haare ragen aus der Gallertschicht heraus; Scheide fehlt. Zellen zylindrisch, oft an der haartragenden Seite etwas gewölbt, und die Teilungen sind sowohl interkalar wie terminal. Der Chromatophor

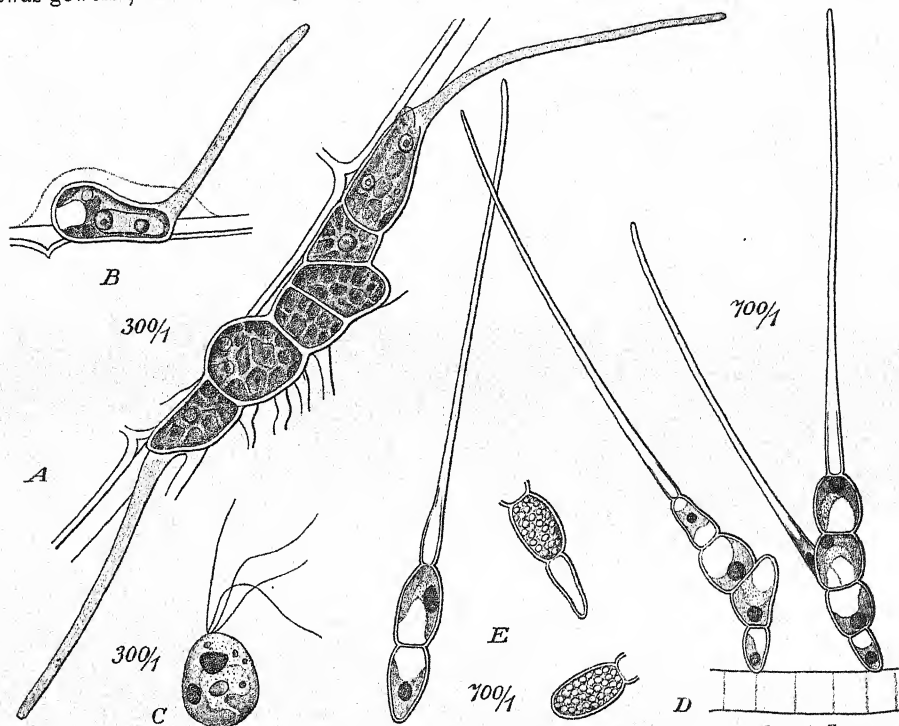


Fig. 137. A—C *Gonatoblaste rostrata* Huber. A Älterer Thallus, in einer Zelle werden 2 Zoosporen gebildet; B Keimung; C Zoospore. — D, E *Thamniochaete Huberi* Gay. D zwei epiphytische Individuen; E Akineten. (A—C nach J. Huber, 800/1; D, E nach F. Gay, 700/1.)

ist plattenförmig, parietal, fast die ganze Längswand bedeckend, bisweilen netzförmig durchbrochen. Vermehrung durch Zoosporen, die zu 2 in jedem Zoosporangium entstehen; sie haben 4 Geißeln und eine kontraktile Vakuole, aber nicht immer Stigma. Die Alge kann ein *Palmella*-Stadium bilden, indem hefeartige kleine Knospen sich abrunden und von der Trägerzelle trennen. Aplanosporen kommen vor.

Einzige Art, *Ch. irregularis* Nowakowski, in der Gallerte verschiedener Süßwasseralgen wie *Tetraspora*, *Schizochlamys*, *Chaetophora*, *Coleochaete*, *Bratrachospermum* usw.

10. **Thamniochaete** Gay in Bull. Soc. bot. de France, T. 40 (1893) CLXXVII (Fig. 137 D, E). — Thallus mikroskopisch klein, epiphytisch, eine aufgerichtete, durch eine Basalzelle befestigte, aus wenigen Zellen bestehende Zellreihe. Terminal, subterminal oder bisweilen auch lateral wird ein farbloses, einzelliges Haar durch eine Wand abgegrenzt. Die Zellen enthalten einen Zellkern und einen parietalen, scheibenförmigen Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Die Zellen können sich aus dem Verbands trennen, eine braune Farbe annehmen und Akineten bilden, die Öltropfen enthalten.

Nur 2 Arten epiphytisch an Süßwasseralgen: *T. Huberi* Gay und *T. aculeata* W. et G. S. West, bisher nur aus Europa bekannt.

11. *Phaeophila* Hauck, Verzeichn. (1876) 57 (Fig. 138). — Thallus epiphytisch oder epizootisch, aus kriechenden, unregelmäßig verzweigten Fäden bestehend. Der Chromatophor parietal, manschettenförmig, am Rande unregelmäßig gelappt, mit dichtgestellten, kleinen, scheibenförmigen Verdickungen und mehreren Pyrenoiden. Die Haare sind nicht als besondere Zellen abgegrenzt. Die Zoosporen entstehen zu mehreren in den Zoosporangien, welche direkt aus gewöhnlichen vegetativen Zellen hervorgehen, sind rundlich, umgekehrt herzförmig oder eiförmig mit 4 Geißeln und Stigma, treten durch Öffnung der Haarspitzen aus. Ob Gameten nebenbei auch vorkommen, ist noch unbekannt, da Haucks Angaben über die Kopulation kaum stichhaltig sind.

3 Arten in Salz- oder Brackwasser in Europa und Amerika. *Ph. floridearum* Hauck und *Ph. divaricata* Huber an verschiedenen Algen, *Ph. Engleri* Reinke an Kalkschalen von *Spirorbis nautiloides* in der Ostsee.

12. *Gonatoblaste* Huber in Ann. Sc. Nat. 7. Ser. Botan. T. 16 (1892) 311, Pl. II, Fig. 8—16 (Fig. 137 A—C). — Thallus mikroskopisch klein, epiphytisch, aus wenig verzweigten, kurzen Fäden bestehend, die von Schleimmassen, durch die nur die Haare hervorragen, umgeben sind. Die Zellen haben 1—3 lange Haare, die ungegliederte, solide Membranver-

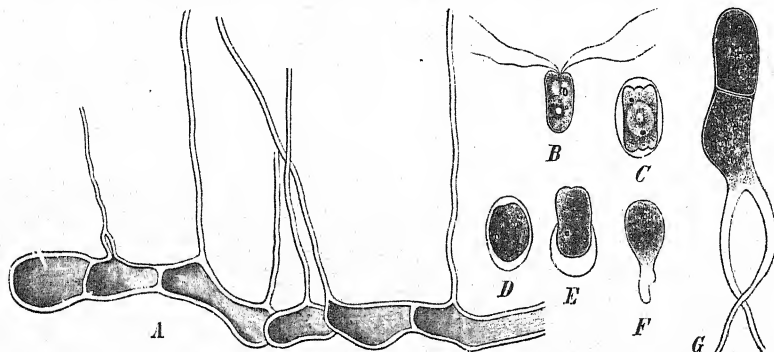


Fig. 138. *Phaeophila floridearum* Hauck. A Stück eines frei herauspräparierten Individuums; B—G Schwärmsporen und deren Keimung. (Nach Hauck, A 280/1, B—G 480/1.)

dickungen darstellen und an der Scheitelzelle zuerst nach vorn, später nach oben gerichtet werden. Der Chromatophor ist eine parietale Platte oder unregelmäßiges Mittelband mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Die Zoosporen, welche zu 2 (selten einzeln) durch Querteilung entstehen, entschlüpfen in einer Blase durch ein Loch in der wenig umgebildeten Mutterzelle, sind eiförmig oder beinahe kugelig, haben 4 Geißeln, 2 kontraktile Vakuolen und 1—3 Pyrenoide, aber kein Stigma.

Nur 1 Art, *G. rostrata* Huber, epiphytisch an *Zygnema*-Fäden im Süßwasser in Frankreich. Anm. Diese Gattung wird von West (1916) zu *Aphanochaete* gezogen.

13. *Acrochaete* Pringsh. in Physikal. Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wiss. (1862) 8 (Fig. 139). — Thallus mikroskopisch klein, epiphytisch oder parasitisch an Meeresalgen, fadenförmig, kriechend, reich und unregelmäßig verzweigt mit kurzen, aufrechten Ästen, die teilweise an ihrem Ende eine am Grunde mit Scheide umgebene Borste tragen. Der Chromatophor plattenförmig mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Größere und kleinere eiförmige Schwärmer mit 2 Geißeln sind beobachtet, die größeren sind wahrscheinlich Zoosporen, die kleineren sind wahrscheinlich Gameten. Die Zoosporangien werden meist von den terminalen Zellen der aufrechten Äste gebildet, haben keine Borsten und enthalten wenige Schwärmer; die Gametangien erzeugen viele Schwärmer und werden schnabelförmig verlängert, wenn sie tiefer im Körper der Wirtspflanze gebildet werden.

2 Arten, *A. repens* Pringsh. und *A. parasitica* Oltm., an Meeresalgen in Europa, Grönland und Nordamerika.

14. *Bulbocoleon* Pringsh. in Physikal. Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wissensch. (1862) 8 (Fig. 140). — Thallus mikroskopisch, epi- oder endophytisch aus verzweigten, kriechenden Fäden ohne aufrechte Äste bestehend. Zellen unregelmäßig abgerundet, sie haben auf der oberen Seite zuweilen eine Ausbuchtung, die oft röhrenförmig ausgezogen ist. Die Haare gehen von besonderen kleinen, chlorophyllarmen, konischen oder zwiebelartigen

Zellen aus, welche je einzeln, zu zweien oder oft büschelförmig mehrere nebeneinander zwischen den kriechenden Zellen entstehen. Chromatophor in den größeren Zellen unregelmäßig, parietal und netzförmig mit 5—10 Pyrenoiden, in den dünneren, haarförmigen Zellen eine unregelmäßig eingeschnittene Platte mit 2 Pyrenoiden. Ein großer zentraler Zellkern. Schwärmzellen entstehen in großer Anzahl in jeder Zelle, sie sind eiförmig, spindel- oder birnförmig mit 2 Geißeln; das Stigma etwas vorn an der Mitte. Es ist noch nicht sicher festgestellt, ob sie ungeschlechtliche Zoosporen oder Gameten sind.



Fig. 139. *Acrochaete repens* Pringsh. Ein Stück der Alge mit gefüllten und entleerten Zoosporangien. (Nach Pringsheim, 420/1.)

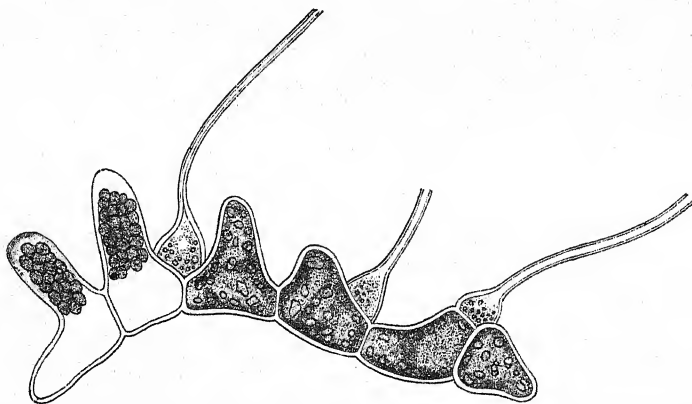


Fig. 140. *Bulbocoleon piliferum* Pringsh. Stück der Alge mit Zoosporangien; die aus den Borsten hervortretenden Haare sind nicht gezeichnet. (Nach Pringsheim, 240/1.)

Nur 1 Art, *B. piliferum* Pringsh., in Salzwasser, epi- oder endophytisch auf anderen größeren Algen in Europa und Nordamerika.

15. **Pseudochaete** W. et G. S. West in Journ. of Botany, Vol. 41 (1903) 5 (Fig. 141). — Thallus epiphytisch. Die verzweigten Hauptfäden kriechend, aus zylindrischen oder tonnenförmigen Zellen bestehend, die einen wandständigen Chromatophor mit 1 Pyrenoid enthalten. Von den kriechenden Hauptfäden gehen rechtwinklige, aufrechte Haarzweige ab; diese sind fein zugespitzt und bestehen aus 5—8 langen Zellen, die meistens einen Chromatophor, aber kein Pyrenoid enthalten. Vermehrung und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 2 Arten im Süßwasser, *P. gracilis* W. et G. S. West aus Europa; *P. crassisetum* W. et G. S. West aus Ceylon.

Anm. Ich bin geneigt anzunehmen, daß diese Gattung in den Entwicklungskreis von *Stigeoclonium* gehört, für *P. crassisetum* wird dies von den Autoren selbst als möglich hingestellt.

16. Trichodiscus Welsford in Ann. of Botany (1912) 242. — Thallus epiphytisch, aus einer festsitzenden millimetergroßen, einschichtigen, pseudoparenchymatischen Sohle gebildet, die aus reich verzweigten, dicht zusammenschließenden, strahlig divergierenden Fäden besteht; am Rande löst sich die Sohle in einzelne, oft in einer charakteristischen Weise aufwärts gekrümmte Fäden auf. Aus ihrer Mitte erheben sich zahlreiche aufrechte Fäden, welche sich kaum verzweigen und auch nur aus wenigen Zellen bestehen. Langgegliederte Haare gehen auch von den Sohlen aus, und nur die basale Zelle des Haares enthält Chlorophyll, die übrigen sind farblos. Der Chromatophor ist eine parietale, am Rande ausgezackte Platte mit 1 Pyrenoid. 1 Zellkern. Vermehrung durch Zoosporen, die aus jeder beliebigen Zelle entstehen können. Größere Sporangien, terminale oder interkalare, oft gruppenweise gebildet, erzeugen acht 2geißelige mit einem Augenfleck versehene Gameten, die durch eine Pore in der Mutterzellwand entschlüpfen. Kopulation und Zygoten wahrgenommen. Außerdem sind Aplanosporen und *Palmella*-Stadien bekannt.

Einzige Art, *T. elegans* Welsford, epiphytisch auf *Azolla* in England. Möglicherweise aus Amerika eingeschleppt.

II. Gomontieae.

Thallus kalkbohrend oder im Periostracum der Kalkschalen lebend, aus dorsiventral verzweigten, haarlosen Zellen. Chromatophor grün. Zoosporen mit 4 Geißeln. Die Ruheakineten trennen sich vom Mutterfaden, wachsen unregelmäßig aus, bilden selbständige Rhizoide und vermehren sich durch Aplanosporen oder Schwärmer (Gameten?) mit 2 Geißeln.



Fig. 141. *Pseudochaete crassisetum* W. et G. S. West.
(Nach W. et G. S. West, 520/1.)

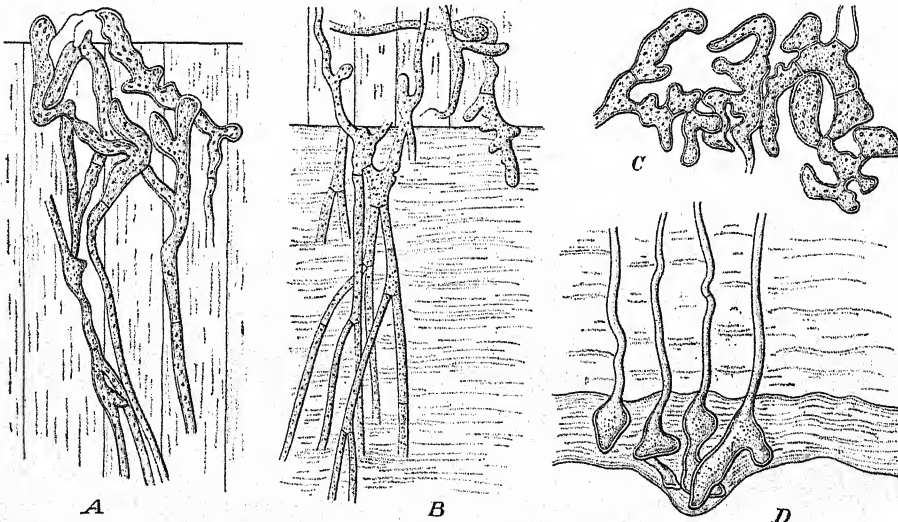


Fig. 142. A—D *Gomontia perforans* (Chod.) Acton. A, B Querschnitt durch den äußeren Teil der Schneckenhaut; C Oberflächenschnitt; D Querschnitt durch den inneren Teil der Schneckenhaut mit den angeschwollenen Rhizoiden (D). (Nach R. Chodat.)

17. *Gomontia* Born. et Flah. in Journ. de Botanique ann. II, n. 10 (1888) 164 (Fig. 142 A—D und Fig. 143). (*Codiolum* Lagerheim, Ett Bidrag till Kännedom. om *Codiolum* in Öfvers. af Kgl. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. [1885] No. 8, 22, Tab. XXVIII, 1—16; *Gongrosira* Chodat p. p., Etudes de Biologie lacustre in Bull. de l'Herb. Boissier [1898] 443; *Foreliella* Chodat, l. c. 443). — Der

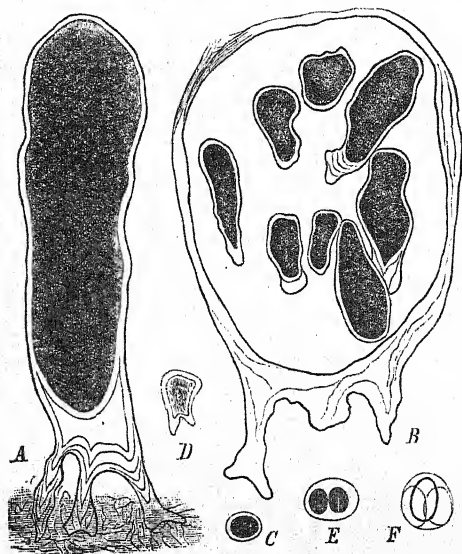


Fig. 143. *Gomontia polyrhiza* (Lagerh.) Born. et Flah. A junges Aplosporangium, die Aplosporen sind noch nicht angelegt; B Aplosporangium mit keimenden Aplosporen, die direkt neue Aplosporangien hervorbringen; C Aplospore; D Aplospore, die direkt ein neues Aplosporangium bildet; E, F Teilungsstadien der Aplosporen. (Nach G. Lagerheim.)

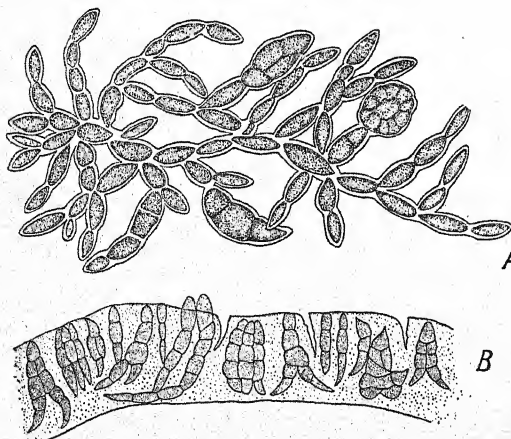


Fig. 144. *Tellamia contorta* Batters. A Thallus von oben gesehen, mit horizontalen Verzweigungen und jungen Sporangien; B Querschnitt des Periostracums von *Littorina* mit den vertikalen Fäden. (Nach E. A. L. Batters, 500*i*.)

skopisch, endozootisch im Periostracum der Schneckenschalen lebend, dagegen nicht in die Kalkschale selbst hineindringend. Die Alge ist aus unregelmäßig verzweigten, kriechenden Fäden gebildet, die häufig so dicht wachsen, daß sie ein fast pseudoparenchymatisches Netzwerk bilden. Die Zellen sind kurz, oft unregelmäßig angeschwollen oder

Der Thallus besteht aus radial ausstrahlenden, unregelmäßig verzweigten, gegliederten Fäden, die auf der Unterseite Äste entwickeln, welche in die Unterlage eindringen. Zellen von unregelmäßiger Gestalt mit 1 oder mehreren Zellkernen und einem parietalen, scheiben- oder bandförmigen, bisweilen netzförmig anastomosierenden Chromatophor mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Die Zoosporangien entstehen einzeln oder reihenweise interkalar aus kurzen, etwas angeschwollenen Zellen und bilden 2—4 eiförmige Zoosporen mit 4 Geißeln und Stigma. Durch unregelmäßiges Auswachsen werden Gametangien (?) gebildet, welche Rhizoiden und Fortsätze mit verdickten Wänden besitzen; in diesen entstehen eine große Anzahl birnförmige, 2geißelige Schwärmer von verschiedener Größe. Befruchtung (?). In ähnlichen Behältern entsteht eine große Anzahl rundlicher Aplosporen, die direkt zu vegetativen Fäden auskeimen oder zuerst wieder ein Aplosporangium bilden.

11 Arten, kalkbohrend in alten Muschelschalen usw. Außer der auf der nördlichen Halbkugel weit verbreiteten *G. polyrhiza* (Lagerh.) Born. et Flah. sind folgende aus Meereswasser beschrieben: *G. arhiza* Hariot aus dem Feuerlande, *G. manziana* Chod. aus England und *G. Bornetii* Setch. et Gard., *G. caudata* Setch. et Gard., *G. habro-rhiza* Setch. et Gardn., sämtliche aus Nordamerika. Über das Artrecht der drei letztgenannten bin ich jedoch sehr im Zweifel; wahrscheinlich sind sie mit der polymorphen *G. polyrhiza* zu vereinigen. Im Süßwasser leben *G. Holdenii* Collins, *G. aegagropila* Acton, *G. perforans* (Chod.) Acton (= *Foreliella perforans* Chod.), *G. codiolifera* (Chod.) Wille (= *Gongrosira codiolifera* Chod.) an Kalkfelsen am Genfer See und endlich *G. lignicola* Moore in untergetauchtem Holzwerk in Nordamerika.

18. *Tellamia* Batters in Ann. of Botany, Vol. IX (1895) 313 (Fig. 144). — Thallus klein, mikro-

gekrümmt. Von diesen mit der Oberfläche der Schneckenschale parallel kriechenden Fäden gehen kurze, fast konische, nur aus wenigen Zellen bestehende vertikale, oft dichotomisch verzweigte und am Ende zugespitzte Äste aus. Sie gehen von den Basalfäden meist winkelrecht aus, durchwachsen das Periostracum und stehen oft ziemlich dicht gedrängt. Der Chromatophor ist eine parietale Platte mit 1 Pyrenoid. Assimilationsprodukt ist Stärke. Zoosporangien entstehen durch Umwandlung der vegetativen Zellen, entweder apikal oder interkalar, und erzeugen viele Zoosporen. Ruheakineten von unregelmäßiger Form werden durch Verdickung der Wand und Konzentrierung des Inhaltes gebildet.

Es sind nur 2 Arten beschrieben, *T. contorta* Batters und *T. intricata* Batters, in den Schalen von Meeresschnecken in Europa und Amerika lebend.

Anm. Infolge der Kenntnis, die ich über diese Algen und ihre Variationsbreite erhalten habe, nehme ich es für sehr wahrscheinlich an, daß sie zu einer Art zu vereinigen sind. Sie stehen der folgenden Gattung *Endoderma* ziemlich nahe; ob sie möglicherweise mit dieser zu vereinigen wären, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

III. Leptosireae.

Thallus nicht kalkbohrend, aus verzweigten, aufrechten oder kriechenden, freien Zellreihen gebildet. Die Zellen ohne Haare. Chromatophor grün oder bleichgrün. Zoosporen mit 2 oder 4 Geißeln. Ruheakineten rundlich, ohne Rhizoide.

19. *Endoderma* Lagerh. in Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akad. Förhandl. (1883) No. 2,

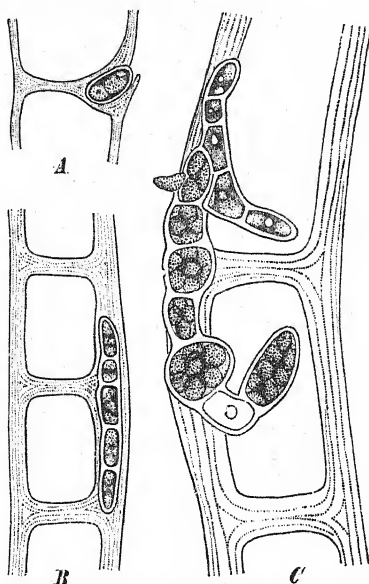


Fig. 145. *Endoderma Wittrockii* (Wille) Lagerheim. A junge, aus nur einer Zelle bestehende Pflanze, welche in die *Ectocarpus*-Membran eingedrungen ist; B *Ectocarpus*-Zelle, behandelt mit Kalihydrat, wobei es sich gezeigt hat, daß *Endoderma* in die Membran eingedrungen war; C die Zellen haben sich zu Zoosporangien umgebildet, von denen eins sich entleert hat und ein anderes im Begriff ist, dieses zu tun. (Nach Wille, 480/1.)

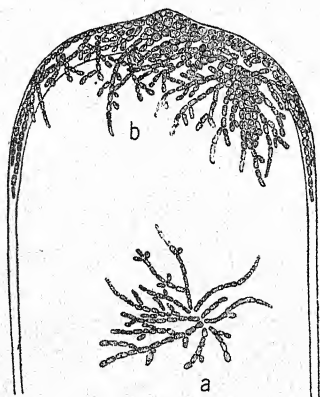


Fig. 146. *Endoderma codicola* (Setchell Gardn.) Printz. a Junger Thallus, der die Verzweigungen der Fäden zeigt; b älterer Thallus, die Fäden in der Mitte zu einer einschichtigen, pseudoparenchymatischen Platte verschmolzen. (Nach W. A. Setchell und L. N. Gardner, 125/1.)

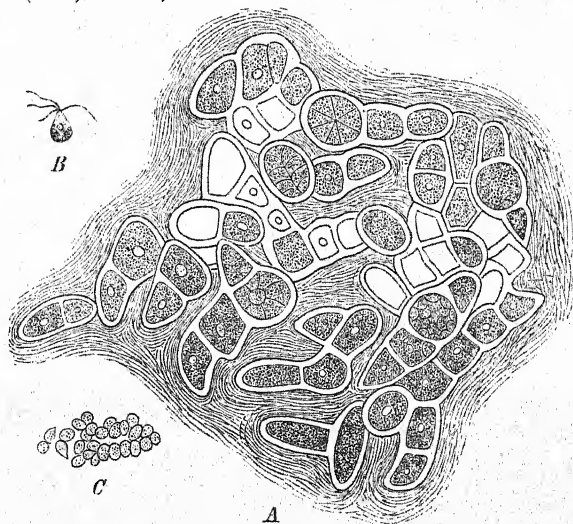


Fig. 147. *Trichophilus Welckeri* Web. v. Bosse. A der Thallus an einem Haare von *Bradypus* mit zum Teil gefüllten, zum Teil entleerten Zoosporangien; B große Schwärmzelle; C Gruppe von kleinen Schwärmzellen (Gameten?). (Nach A. Weber van Bosse, 540/1.)

75 (Fig. 145 u. 146). (Inkl. *Entocladia* Reinke, Zwei parasitische Algen in Bot. Zeitg., Bd. 37 [1879] 476; *Reinkia* Borzi in Notarisia 3 [1888] nomen nudum; *Periplegmaticum* Hansgirg, Über die Gattungen *Crenacantha* usw., in Flora 72 [1889] 56; *Epicladia* Reinke,

Algenfl. West. Ostsee [1889] 86). — Der mikroskopische Thallus wächst in die Membran anderer Algen hinein, verzweigt sich unregelmäßig und kann zuweilen beinahe ein pseudoparenchymatisches Gewebe bilden. Haare oder Borsten fehlen vollständig. Die Teilungen finden beinahe ausschließlich in den keilförmig zugespitzten Endzellen statt. Der Chromatophor ist eine parietale Platte, die oft über die ganze innere Zellwand ausgebreitet ist, und enthält 1 oder mehrere Pyrenoide. Die Zoosporen sind eiförmig mit 4 Geißeln und Stigma, entstehen zu 2—8 in einem Zoosporangium. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von eiförmigen Gameten mit 2 Geißeln und Stigma, die in der Zahl von 6—16 in jedem Gametangium entstehen. Jede vegetative Zelle mit Ausnahme der Scheitelzelle kann, indem sie anschwillt, zum Zoosporangium oder Gametangium umgebildet werden.

Sekt. I. *Reinkia* (Borzi in de Toni, Consp. gen. Chloroph. 1888, p. 2 — als Gattung!). Thallus aus freien, verzweigten Fäden bestehend.

13 Arten, hauptsächlich im Salz- oder Brackwasser in Europa und Amerika: *E. pithophorae* G. S. West und *E. polymorpha* G. S. West sind Süßwasserformen, die epiphytisch an *Pithophora Cleveana* Wittr. in Westindien vorkommen.

Sekt. II. *Epicladia* (Reinke, Atlas deutscher Meeresalgen, Tab. 24 — als Gattung!). Die Verzweigungen des Thallus verschmelzen in den älteren Teilen zu einer einschichtigen, pseudoparenchymatischen Platte.

5 Arten im Meereswasser, *E. flustrae* Reinke endozootisch in Bryozoen; *E. gelidii* Hansg. und *E. halimadae* Hansg. wachsen an Meeresalgen; sämtlich in Europa. *E. codicola* (Setch. et Gardn.) Printz (= *Entocladia codicola* Setch. et Gardn.) und *E. cingens* (Setch. et Gardn.) Printz (= *Entocladia cingens* Setch. et Gardn.) in Amerika.

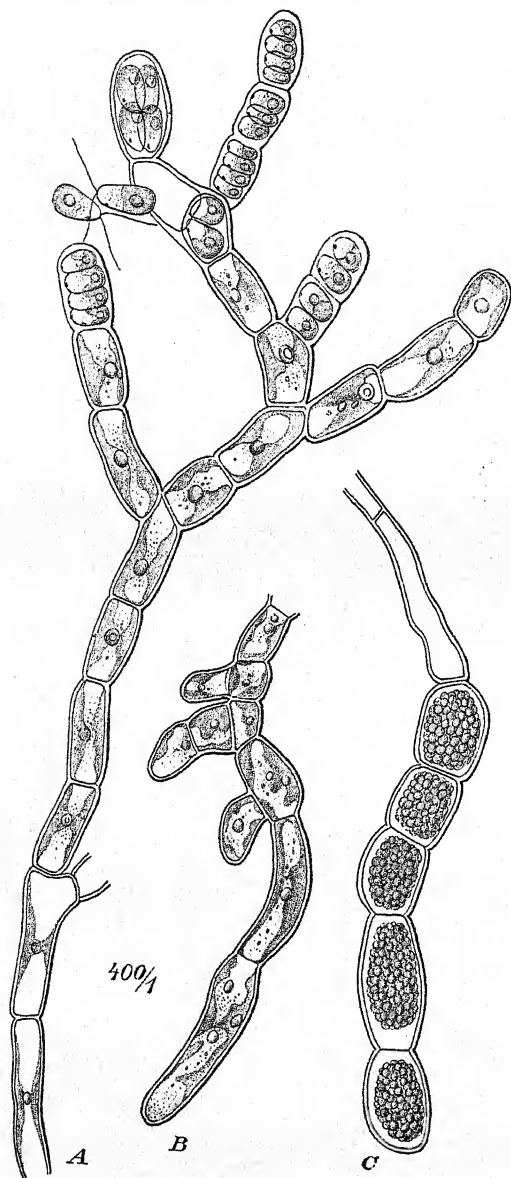


Fig. 148. A—C *Chloroclonium elongatum* Borzi. A Zoosporen-bildender Zweig; B junges Individuum; C Akinetenbildung. (Nach A. Borzi, 400/1.)

20. *Trichophilus* Web. v. Bosse in Natuurkund. Verhandeling van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschap. (1887) 3 Werz., Deel V, 1 Stück, 10 (Fig. 147). — Der Thallus besteht aus einer kriechenden, unregelmäßig verzweigten Zellreihe, die bisweilen zu einer pseudoparenchymatischen Scheibe zusammenwachsen kann. Die Äste sind kurz, verschmä-

lern sich gegen die Spitze hin und fließen zuweilen zu einer unregelmäßigen Zellscheibe zusammen. Die Äste entspringen mit basaler Querwand aus der Mitte der Zellen. Die Zellmembran ist dick. Zellen ungefähr isodiametrisch mit sehr kleinem, scheiben- oder muldenförmigem Chromatophor, ohne Pyrenoide. Stärke wird nicht gebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Zoosporangien entstehen aus den vegetativen Zellen, indem dieselben anschwellen und durch sukzessive Teilungen größere (4geißelige) oder kleinere Schwärnzellen bilden, welche durch eine runde Öffnung in der Mitte der Zelle austreten. Die letzteren (Gameten?) entstehen zu je 32 und haben weder Geißeln noch einen Augpunkt. Akineten und Aplanosporen nicht bekannt.

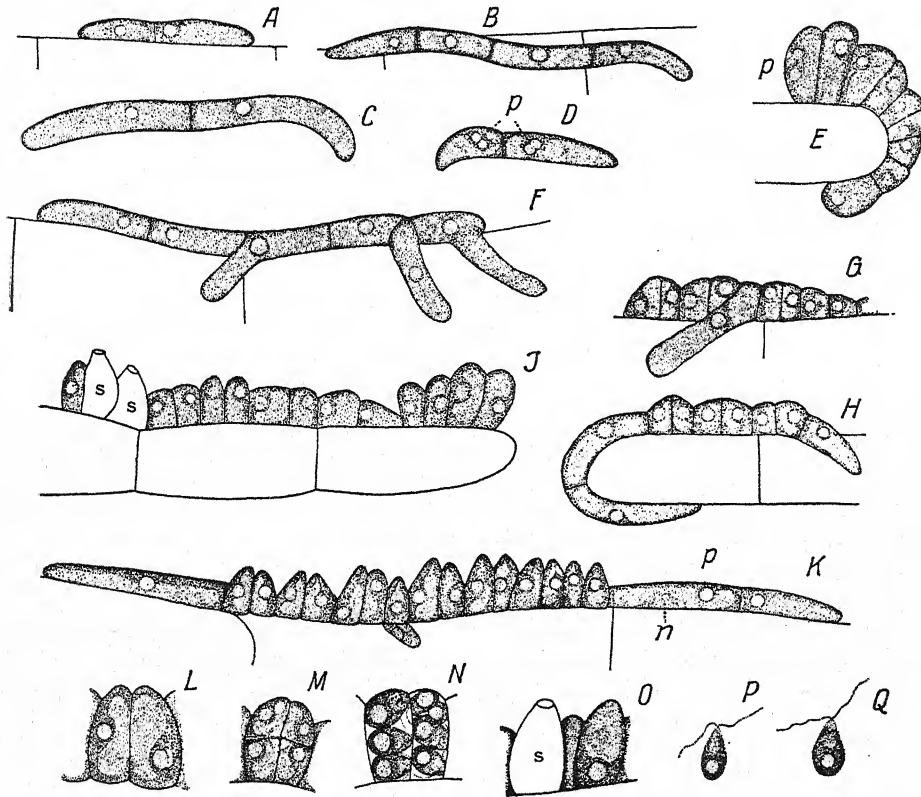


Fig. 149. *Didymosporangium repens* Lambert. A—F junge Pflanzen in verschiedenen Entwicklungsstadien, teils verzweigte, teils unverzweigte; G—N sukzessive Stadien in der Entwicklung von Zoosporangien; O ein entleertes Sporangium (s); P, Q Zoosporen. p = Pyrenoid, n = Zellkern.
(Nach F. D. Lambert, 1000/1.)

2—3 Arten, *T. Welckeri* Web. v. Bosse, lebt endozootisch in den Haaren von *Bradypus*, *T. Neniae* Lagerh. epizootisch an Schalen von *Nenia*-Arten in Ecuador.

A n m. Vielleicht gehört zu dieser Gattung auch eine Alge, die epiphytisch an Nitellen in Australien wächst (M. Möbius, Austral. Süßwasseralgen II. S. 326).

21. *Chloroclonium* Borzi, Studi Algologici II (1895) 303 (Fig. 148 A—C). — Thallus epiphytisch in der Schleimhülle verschiedener Algen, besteht aus alternierend oder unregelmäßig verzweigten Fäden, die mit einer Scheitelzelle wachsen. Die vegetativen Zellen sind ± langgestreckt zylindrisch mit einem parietalen, scheibenförmigen, in der Kante unregelmäßig eingeschnittenen Chromatophor, welcher ein Pyrenoid enthält. Keine Haarbildungen. Die äußersten Zweigzellen bilden durch 2—8-Teilung des Inhaltes ovale oder eiförmige Zoosporen mit Stigma und 2 Geißeln, diese schlüpfen durch ein seitliches Loch aus und bilden direkt neue Fäden. Rundliche Akineten können vereinzelt oder reihenweise in

den Fäden gebildet werden. Die Akineten gehen durch Teilung in einen *Palmella*-Zustand über, und die so entstandenen Zellen bringen kleinere 2wimperige Zoosporen hervor, die anscheinend auch kopulieren können.

3 Arten kommen in Italien vor in der Schleimhülle verschiedener Süßwasseralgen wie *Tetraspora*, *Rivularia* u. a.: *Ch. elongatum* Borzi, *Ch. gloeophyllum* Borzi und *Ch. parvulum* Borzi.

22. *Didymosporangium* Lambert in Tufts College Studies, Vol. III, No. 2 (1912) 114 (Fig. 149). — Thallus epiphytisch, aus relativ kurzen, geraden oder gekrümmten, nicht oder nur wenig verzweigten Fäden bestehend. Die sehr kurzen Zweige werden oft nur von einer einzelnen Zelle gebildet. Die Zellen sind fast zylindrisch, gleich breit, meist 2—4mal länger als breit, mit abgerundeten Enden oder die terminale Zelle bisweilen ganz schwach schmaler werdend. Das Wachstum ist terminal. Haare fehlen. Der Chromatophor ist eine parietale Platte, welche die innere Zellwand fast ganz bedeckt, und enthält 1 Pyrenoid. 1 Zell-

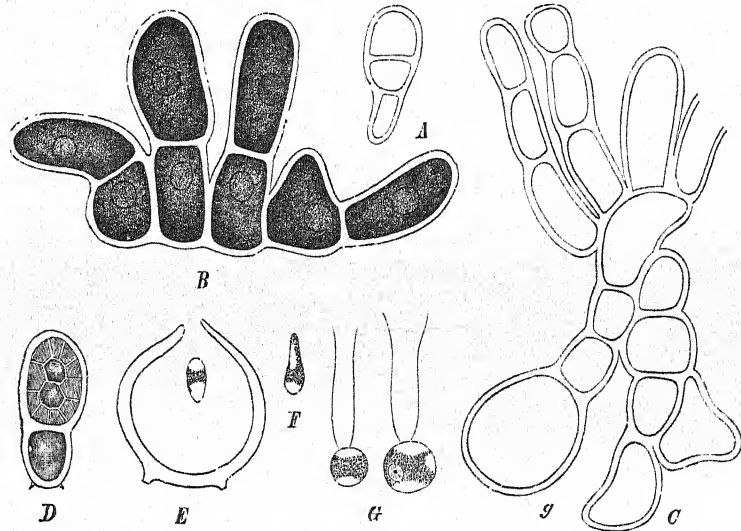


Fig. 150. *Gongrosira de Baryana* Rab. A keimende Akinete; B junge Pflanze mit beginnender Bildung vertikaler Äste; C Thallus mit Zoosporangium (g); D noch nicht geöffnetes Zoosporangium; E geöffnetes Zoosporangium mit einer zurückgebliebenen Schwärmzelle; F Schwärmzelle unmittelbar nach ihrem Freiwerden (die Geißeln sind nicht gezeichnet); G Schwärmzellen, welche Wasser aufgenommen haben und in der Zerstörung begriffen sind. (Nach Wille, A und D 200/1, die übrigen 480/1.)

kern. Die mittleren Zellen, sehr selten sämtliche Zellen eines Fadens, werden in Sporangien umgewandelt, indem sie durch 2 sukzessive Teilungen in 4 Tochterzellen geteilt werden, wodurch die Sporangien in 2- oder 4zellige Gruppen zu liegen kommen. In jedem Sporangium werden vier 2geißelige, birnförmige, mit deutlichem Augenfleck versehene Schwärm-sporen gebildet, die durch eine Pore in der Mutterzellwand entschlüpfen. Es ist noch nicht entschieden, ob sie ungeschlechtliche Zoosporen oder geschlechtliche Gameten darstellen.

1 Art, *D. repens* Lambert, bisher nur epiphytisch auf *Antithamnion plumula* im Golf von Neapel.

23. *Gongrosira* Kützing in Phycologia generalis (1843) 281 (Fig. 150). (Inkl. *Stereococcus* Kützing in Linnaea VIII [1833] 379; *Chlorotylum* Reinsch p. p., Contrib. ad Alg. et Fung. [1875] Tab. I; *Trentepohlia* Wille p. p., Om släkten *Gongrosira* in Öfvers. af Kgl. Vet.-Akad. Förhandl. [1883]; *Ctenocladus* Borzi, Studi Algologici I [1883] 27; *Pilinia* West p. p., The Alga-flora of Cambridgeshire in Journ. of Bot. [1899] 12, Pl. 344, 6—9). — Der Thallus bildet kleine Polsterchen oder ausgebreitete, oft mit Kalk inkrustierte Lager. Diese bestehen am Grunde aus kriechenden, meist dichtgedrängten, unregelmäßig und reich verzweigten Fäden, aus welchen kurze und gedrängt stehende, verzweigte Äste nach aufwärts sprossen. Die Zweige gehen vom oberen Ende der Trägerzelle ab, sind wieder kurz verzweigt, nicht oder kaum verschmälert und haarlos. Die Zellen sind meist dünnwandig und ziemlich unregelmäßig; die Haut zeigt Zellulosereaktion. Der Chromatophor ist parietal, oft zerrissen, mit 1—3 Pyrenoiden. 1 Zellkern. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Makro-

zoosporen, die in \pm angeschwollenen, endständigen Zoosporangien zu mehreren gebildet werden. Die Zoosporen sind eiförmig, von der Seite flachgedrückt, mit 2 Geißeln und Stigma. Unterhalb der endständigen Sporangien befinden sich bisweilen noch andere, kleine, nur 2–3 Schwärmer enthaltende, die von den vegetativen Zellen nicht wesentlich verschieden sind. Mikrozoosporen oder Gametozoosporen mit 2 Geißeln, die von den unteren Zellen der Fäden gebildet werden, scheinen seltener zu sein, ebenso Aplanosporen. Vegetative Vermehrung durch Akineten.

15 Arten im Süßwasser, Brackwasser oder im Meere an Muschelschalen, Wasserpflanzen, Holzpfehlen, auf feuchter Erde usw. in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Eugongrosira* (Kütz.) Schmidle, Über drei Algengenera in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XIX (1901) 10. — Zoosporangien groß, angeschwollen mit vielen Zoosporen, z. B. *G. de Baryana* Rabenhorst und *G. sclerococcus* Kütz. (= *G. viridis* Kütz.), *G. Malardii* (Wille) Printz (= *Stereococcus Malardii* Wille) an Kaimauern im Meereswasser in Frankreich gefunden.

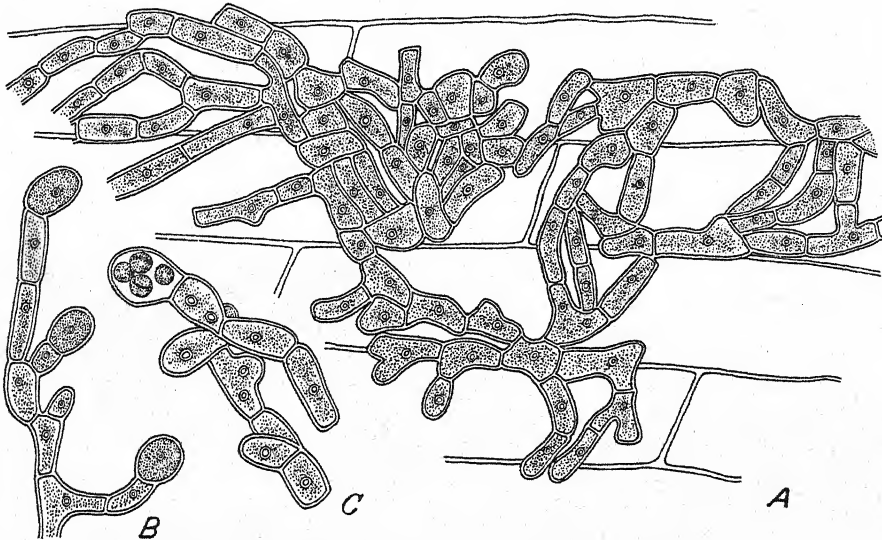


Fig. 151. *Epibolium dermaticola* Printz. A Teil eines älteren Thallus auf der Epidermis von Wasserpflanzen; B Zweigspitzen mit jungen Zoosporangien; C Zweigspitzen mit reifem Zoosporangium. (Nach H. Printz, 886/1.)

Sekt. II. *Ctenocladus* (Borzi) Schmidle, l. c. 11. — Zoosporangien wenig von den vegetativen Zellen verschieden, meist wenige Zoosporen enthaltend, z. B. *G. circinnata* (Borzi) Schmidle (= *Ctenocladus circinnatus* Borzi), *G. incrustans* (Reinsch) Schmidle (= *Chlorotylium incrustans* Reinsch, *Ctenocladus incrustans* de Wildm.).

An m. Die in Java mit einer Süßwasserspongie *Ephydatia fluviatilis* Gray symbiotisch lebende Alge, *Trentepohlia spongophila* Web. v. Bosse (1890) (= *Cladophora spongophila* Koorders), gehört wahrscheinlich zur Gattung *Gongrosira* Kütz. und wäre dann *G. spongophila* (Web. v. Bosse) zu nennen.

24. *Epibolium* Printz in Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. (1915) 44 (Fig. 151). — Der epiphytische Thallus besteht aus kriechenden, in einer Ebene reich, aber sehr unregelmäßig verzweigten Fäden, die, in der Mitte des Thallus dichtgedrängt, zu einer einschichtigen, fast pseudoparenchymatischen Scheibe vereinigt sein können. Die Zellen sind zylindrisch, 1–4mal länger als breit oder unregelmäßig aufgeblasen oder eckig. Haare fehlen. Der Chromatophor ist eine parietale Platte mit 1 oder bisweilen 2 Pyrenoiden. Zoosporangien entstehen durch Anschwellen der äußersten Zweigzellen, deren jede 2–8 kugelig-eiförmige Zoosporen erzeugt. Akineten mit dicker Wand entstehen aus den mittleren Zellen des Thallus.

1 Art, *E. dermaticola*, epiphytisch auf Grasblättern und anderen Wasserpflanzen in Brackwassersümpfen des südlichen Sibiriens.

25. *Pleurothamnion* Borzi in Studi Algologici II (1895) 319 (Fig. 153 A, B). — Thallus polsterförmig aus dichtverzweigten, oft mit Kalk inkrustierten, gegliederten Zellfäden.

Die primären Fäden sind kriechend, die sekundären sind aufgerichtet, alle Zellen mit zweiseitigen oder bisweilen einseitigen Verzweigungen. Der Chromatophor ist parietal, scheibenförmig, unregelmäßig gelappt, mit 1 Pyrenoid. Die Zoosporen sind oval oder elliptisch, entstehen aus den vegetativen Zellen durch wiederholte Querteilungen (selten Längsteilung) und bilden 4–8 Zoosporen mit 2 Geißeln und Stigma. Ein *Palmella*-Stadium kann auftreten. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

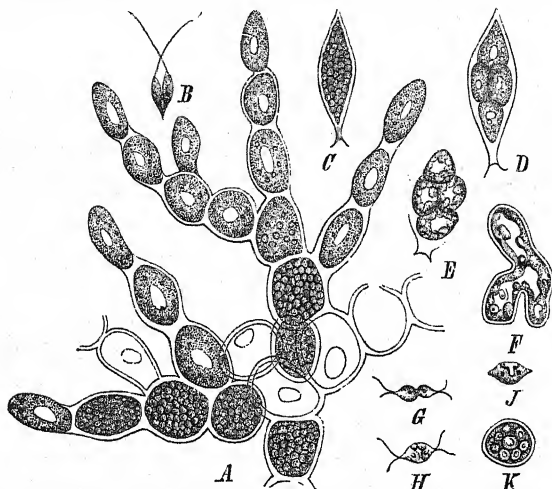


Fig. 152. *Leptosira Mediciana* Borzi. A Teil einer Pflanze, mit teils gefüllten, teils entleerten Gametangien oder Zoosporangien; B Zoospore oder Gamet; C keimende Zoospore; D Bildung von Akineten; E Freiwerden der Akineten; F Keimung der Akineten; G, H Kopulationsstadien; J, K Zygospore in verschiedenen Entwicklungsstadien. (Nach A. Borzi, A u. C—K 630/1, B 1450/1.)

Nur 1 Art, *P. papuasicum* Borzi, an Menschenschädeln auf der Insel Woodlark.

26. *Leptosira* Borzi in Studi Algologici I (1883) 17 (Fig. 152). — Der Thallus besteht aus dichten Büscheln verzweigter, zugespitzter Zellreihen, welche teils kriechen, teils ± aufrecht stehen. Die Verzweigung findet überwiegend von dem oberen Ende der Zellen aus statt. Evektion wenig ausgesprochen, daher keine ausgeprägten Scheindichotomien. Die Zellen sind tonnenförmig, etwas länger als breit und haben einen

Chromatophor ohne Pyrenoid. Membran dünn, fest, hyalin und homogen. Hämatochrom ist nicht vorhanden. Alle Zellen können zu Gametangien oder Zoosporangien umgebildet werden; sie schwellen dann ein wenig an und bilden durch simultane Teilung eine große Anzahl von Gameten oder Zoosporen, welche durch ein rundes Loch ungefähr in der Mitte

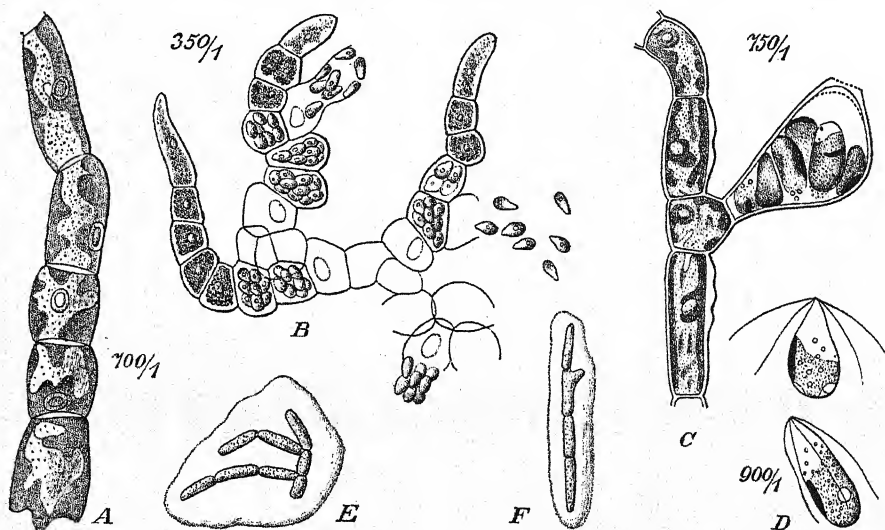


Fig. 153. A, B *Pleurothamnion papuasicum* Borzi. A unverzweigter Zelfaden; B Zoosporenbildung. — C, D *Sporocladus fragilis* Kuck. C Thallusstück mit einem reifen, seitlichen Sporangium; D zwei Zoosporen. — E, F *Gloeoplas Weberi* Schmidle. E junges, F ausgewachsenes Individuum. (A, B nach Borzi, A 700/1, B 350/1; C, D nach P. Kuckuck, C 750/1, D 900/1; E, F nach W. Schmidle.)

der Membran austreten. Beim Austritt sind sie von einer gemeinsamen Blase umgeben, die sich bald erweitert und auflöst. Die Gameten und Zoosporen sind einander vollständig gleich, eiförmig, etwas zugespitzt am hinteren Ende und haben 2 Geißeln und 1 roten Augenpunkt in dem hinteren Teil. Die Gameten kopulieren mit dem hinteren Ende und erzeugen eine spindelförmige Zygospore, die in eine Ruheperiode übergeht und deren Weiterentwicklung noch nicht bekannt ist. Die Zoosporen wachsen zu einer *Charactum*-ähnlichen Pflanze aus, die ihren Inhalt in 2—8 Aplanosporen teilt, welche durch die Verschleimung der Membran frei werden und zu neuen Individuen auswachsen.

2 Arten in süßem Wasser in Europa und Amerika; nur von *L. Mediciana* Borzi ist die Entwicklungsgeschichte näher bekannt.

27. **Sporocladus** Kuckuck in Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Helgoland, N. F. Bd. 2 (1897) 397 (Fig. 153 C, D). — Thallus klein, aus kurzen, wenig verzweigten Fäden bestehend. Chromatophor eine zerschlitzte Platte, welche die ganze Wand bedeckt und ein Pyrenoid umschließt. Zoosporangien durch Anschwellen seitlicher oder terminaler Zellen entstehend, gedrunken-keulenförmig, eine geringe Anzahl von Zoosporen enthaltend. Zoosporen birnförmig mit 4 Geißeln und Stigma.

Nur 1 Art, *S. fragilis* Kuckuck, mit anderen Algen vermischt auf Felsen an der Küste von Helgoland.

28. **Gloeoplax** Schmidle in Hedwigia, Bd. 38 (1899) 159 (Fig. 153 E, F). — Thallus epiphytisch, bildet horizontal ausgebreitete, einschichtige, hyaline, weiche Schleimplatten mit zerstreut eingelagerten, chlorophyllgrünen Zellen, die ursprünglich in seitlich verzweigter Anordnung stehen, später aber verschoben und teilweise aufrecht im Schleime gestellt werden. Teilungen sowohl terminal wie interkalar. Die Zellhaut ist dünn. Chromatophor 1 bis mehrere kleine parietale Platten ohne Pyrenoide. Assimilationsprodukt Stärke. Ein zentraler Zellkern. Zoosporen entstehen einzeln in den aufrecht gestellten Zellen, werden durch ein Loch an der Dorsalseite frei und wachsen zuerst zu einem kurzen Zellfaden aus, welcher sich dann verzweigt.

Nur 1 Art, *G. Weberi* Schmidle, epiphytisch an *Sphagnum*-Blättern in Deutschland.

29. **Zoddaea** Borzi in La Nuova Notarisia (1906) 14. — Thallus bildet ein keulenförmiges Lager von gegliederten, dicht und einseitig verzweigten Fäden. Die primären Zweige sind niederliegend-aufgerichtet, mit kurzen, sphärischen oder ovalen Zellen, \pm dicht verbunden; die äußersten offen-aufgerichtet mit dünneren oval-zylindrischen Gliedern. Ein scheibenförmiger Chromatophor ohne Pyrenoid in jeder Zelle. Zoosporangien, die aus den älteren Zweigzellen entstehen, sind den vegetativen Zellen ähnlich und bilden 1—4 Zoosporen mit 2 Geißeln und Stigma, welche durch eine laterale Öffnung entschlüpfen.

Nur 1 Art, *Z. viridis* Borzi, an feuchten, vulkanischen Felsen an der Insel Linosa (Italien).

30. **Chlorotylum** Kütz., Phycologia generalis (1843) 285 (Fig. 154). — Thallus halbkugelförmig, von Gallerte umgeben und oft von Kalk inkrustiert, aus Sohle und Wasserstämmen bestehend. Die Verzweigungen dicht stehend und zumeist einseitig. Haarbildungen fehlen. Zellen von verschiedener Länge und verschiedenem Aussehen; nach einer oder mehreren langgestreckten, chlorophyllarmen Zellen kommen einige (3—7) sehr kurze, chlorophyllreiche, und da diese in allen Ästen des Thallus sich regelmäßig in ungefähr derselben Höhe finden, so entsteht eine konzentrische Schichtung. Chromatophor breit platten- oder bandförmig, mit 1 Pyrenoid, welches in den langen, hyalinen Zellen nicht immer nachzuweisen ist. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Makrozoosporen mit 4 Geißeln. Sie entstehen in Akineten, die durch Verschleimung des Thallus frei geworden sind. Im vegetativen Thallus bilden sich in den etwas geschwollenen Endzellen kleine eiförmige Zoosporen mit 2 Geißeln, die nicht kopulieren. Außerdem sind rotgefärbte Dauerzellen (Akineten oder Aplanosporen?) bekannt.

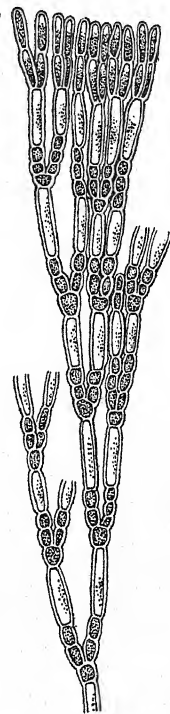


Fig. 154. *Chlorotylum cataractarum* Kütz. (Nach W. Migula.)

Wahrscheinlich etwa 5 Arten in süßem Wasser in schnellfließenden Bächen, an Holz und Steinen, an nassen Felsen usw., wohl in allen Weltteilen verbreitet. *Chl. cataractarum* Kützing ist die am besten bekannte.

31. *Pseudendoclonium* Wille in Videnskabs-Selsk. Skrifter, Math.-nat. Kl. No. 6 (1900) 29 (Fig. 155 A—F). — Der Thallus besteht aus einer unregelmäßigen Sohle mit un-

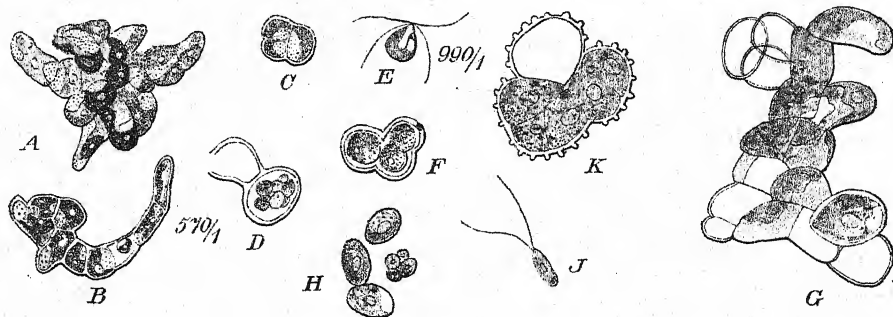


Fig. 155. A—F *Pseudendoclonium submarinum* Wille. A, B kleine Individuen; C *Pleurococcus*-ähnliches Teilungsstadium; D Zoosporangium; E Zoospore; F Akineten. — G—K *Pleurastrum insigne* Chod. G ein Individuum; H Zoosporenbildung; J Zoospore; K keimende Akineten. (A—F nach N. Wille, A—D, F 570/1, E 990/1; G—K nach R. Chodat.)

regelmäßig verzweigten Zellen, von denen einzelne zu einzelligen, selten mehrzelligen Rhizoiden auswachsen können; an den aufgerichteten Fäden fehlt die Haarspitze, sie haben aber unregelmäßige Verzweigungen, welche von der Mitte der Zellen ausgehen, sie

bilden oft kreuzweise geteilte *Pleurococcus*-ähnliche Kolonien. Die Zellen haben eine einseitige, wandständige Chlorophyllplatte mit 1 Pyrenoid; der Zellkern liegt fast zentral. Die Zoosporangien sind rundlich und öffnen sich mit kurzem Halse. Die Zoosporen sind breit eiförmig mit 4 Geißeln ohne Stigma. Die Vermehrungsakineten bilden sich einzeln oder mehrere zusammen durch das Freiwerden von Zweigzellen und wachsen sofort zu neuen Individuen aus. Ruhende Akineten mit dicken Membranen und rundlichem, gelbgrünem Zellinhalt bilden sich mehrere zusammen und sind von Schleimmassen umgeben. Gametangien und Gameten unbekannt.

Nur 1 Art, *P. submarinum* Wille, an Holzwerk im Meereswasser in Europa, Amerika und Grönland.

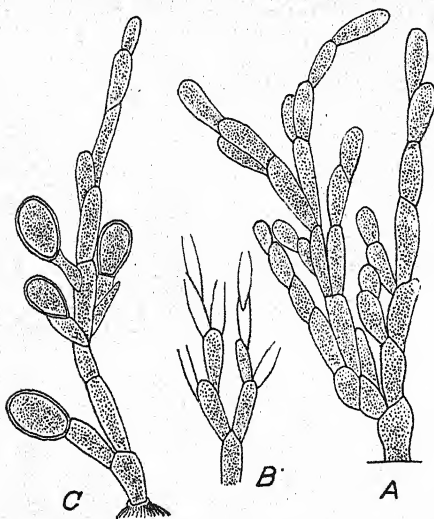


Fig. 156. *Lochmium piluliferum* Printz. A junger Thallus im vegetativen Stadium; B Thallus mit leeren Zoosporangien an den Zweigspitzen; C Thallus mit Akineten. (Nach H. Printz, 886/1.)

kunde, Bd. 52 [1925]; *Pleurococcus* auct. pl.). — Der Thallus besteht aus einer unregelmäßigen Sohle ohne Rhizoide, aufgerichtete Fäden oder Haarspitzen. Die Zellteilungen erfolgen meist nur in 2 Richtungen des Raumes. Die Zellen haben 1 Zellkern und zeigen oft unregelmäßige, kurze Verzweigungen; es bilden sich oft kreuzweise geteilte *Pleurococcus*-ähnliche Kolonien. Der Chromatophor besteht aus 1—2 wandständigen Platten mit 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Schwärmzellen und Akineten. Die eiförmigen

32. *Pleurastrum* Chodat in Bullet. l'Herb. Boissier, T. 2 (1894) 612 (Fig. 155 G—K).

(Inkl. *Pseudopleurococcus* Snow in Annals of Botany, Tom. XIII [1899] 189; *Apatococcus* Brand und Stockmayer, Analyse der aerophil. Grünalgenanflüge in Archiv für Protisten-

Schwärmzellen (Zoosporen?) können aus einem *Gloeocystis*-ähnlichen Stadium entstehen, haben 2 Geißeln, aber kein Stigma. Vermehrungsakineten entstehen durch Auflösung der äußersten Membranschichten und Freiwerden der Zellen. Die Ruheakineten haben eine skulpturierte Membran und liegen entweder einzeln oder zu mehreren zusammen.

4 Arten, die als Luftalgen auftreten: *P. insigne* Chod. (= *Pseudopleurococcus vulgaris* Snow) in Europa und Amerika, *P. botryoides* (Snow) in Amerika, *P. lobatum* (Chodat) Printz (= *Pleuro-*

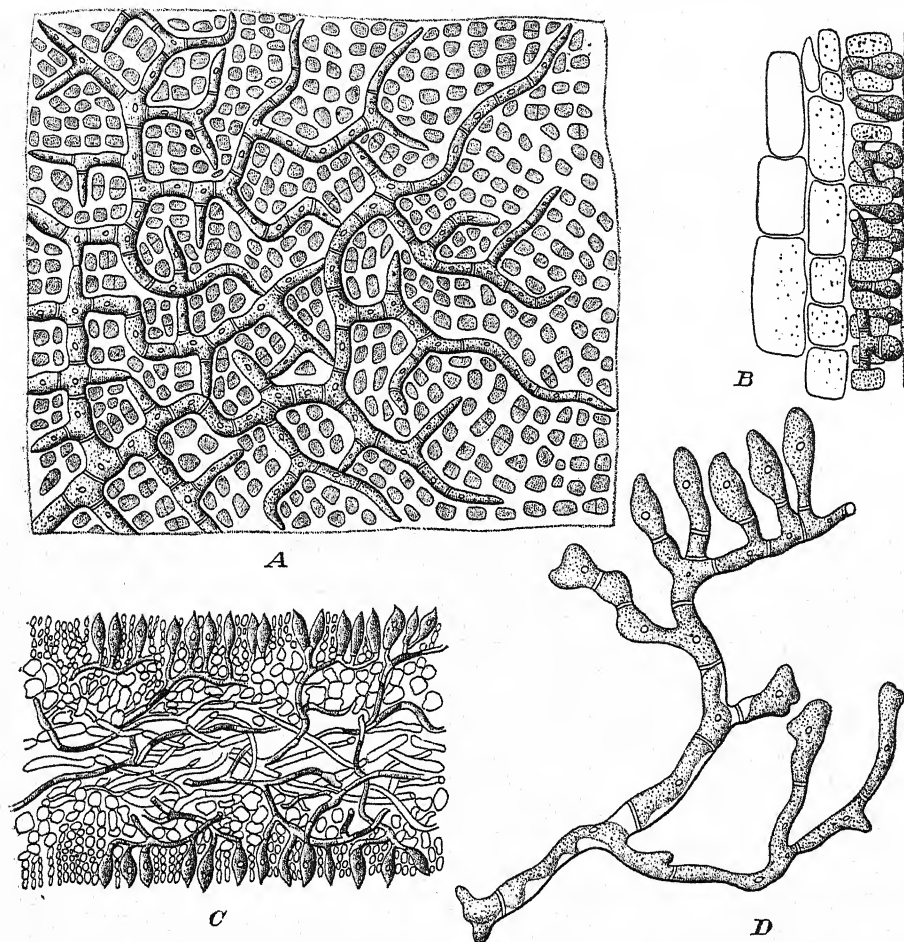


Fig. 157. A, B *Pseudodictyon geniculatum* Gardn. "A" Oberflächenschnitt; B Querschnitt. — C, D *Endophyton ramosum* Gardn. C Querschnitt durch den Thallus der Wirtspflanze; D ein Teil der Alge. (Nach N. L. Gardner.)

coccus lobatus Chodat, *Apatococcus vulgaris* Brand) ist eine der häufigsten Luftalgen wohl in allen Weltteilen; *P. constipatum* Printz bisher nur aus Süd-Afrika bekannt.

Anm. Nach Gaidukow soll *Pseudopleurococcus* Snow nur Entwicklungsstadien von *Stigeoclonium* darstellen. Ich halte dies aber noch nicht für bewiesen, und es scheint jedenfalls für sämtliche hierhergerechneten Arten nicht der Fall zu sein.

33. *Lochmium* Printz in Det Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter (1915) 43 (Fig. 156). — Der mikroskopische Thallus bildet aufrechte, recht dicht, aber unregelmäßig verzweigte Büschel, die durch eine einzige zylindrische oder keulenförmige Basalzelle epiphytisch an Wasserpflanzen befestigt sind. Zweige und Stamm nicht verschieden. Schleim und Haarbildungen fehlen. Die Zellen haben eine sehr dünne, hyaline Membran, sind 2–3mal länger als breit, zylindrisch oder ei- bis keulenförmig; die terminale Zelle

immer mit breit abgerundetem Ende. Das Wachstum scheint fast ausschließlich terminal zu sein. Der Chromatophor ist eine parietale Platte ohne Pyrenoid. In den Zweigspitzen sind häufig leere Zellen mit einer apikalen, relativ großen Pore zu sehen, die wahrscheinlich als entleerte Zoosporangien anzusehen sind. Auch interkalare Zoosporangien kommen vor. Sie unterscheiden sich weder in der Form noch der Größe von den gewöhnlichen vegetativen Zellen. Außerdem sind größere eiförmige Ruheakineten bekannt. Sie entstehen durch Anschwellen terminaler Zellen, die sich mit Reservenernährung füllen und mit einer dicken Wand umgeben.

1 Art, *L. piluliferum* Printz, epiphytisch an Wasserpflanzen in Süß- und Brackwassersümpfen im südlichen Sibirien gefunden.

34. **Endophyton** Gardn. in Univers. of California Publications in Botany, Vol. III, No. 7 (1909) 373 (Fig. 157 C, D). — Thallus epiphytisch in Meeresalgen, spärlich und unregelmäßig verzweigt im inneren Teil der Wirtspflanze; nach außen reichlicher verzweigt, indem kurze Zweige, die am Ende keulenförmige Zoosporangien bilden, senkrecht zur Oberfläche ausgesandt werden. Chromatophor parietal, bandförmig mit 1 Pyrenoid. Zoosporen viele, birnförmig, mit 2 Geißeln.

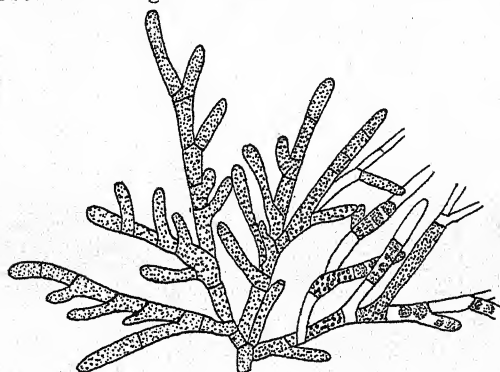


Fig. 158. *Microthamnion Kützianum* Nägl. Pflanze teilweise in Zoosporenbildung begriffen und mit einigen entleerten Zoosporangien. (Nach E. T. Hazen, 575/1.)

Nur 1 Art, *E. ramosum* Gardn., endophytisch im Thallus von Florideen an den Küsten von Kalifornien.

35. **Pseudodictyon** Gardn. in Univers. of California Publications in Botany, Vol. III, No. 7 (1909) 372 (Fig. 157 A, B). — Thallus endophytisch und reichlich verzweigt zwischen den Rindenzellen einiger Meeresalgen. Die kleineren Zweige gehen winkelrecht von den Hauptzweigen ab und bilden innerhalb der Rindenzellen ein Netz von horizontalen Fäden; von diesen gehen senkrecht gegen die Oberfläche kurze Zweige von 2–3 Zellen aus, die äußersten von diesen Zellen bilden ein Sporangium und wachsen bis zur Oberfläche der Wirtspflanze. In jeder Zelle ist ein einziger parietaler Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Vegetative Vermehrung und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *P. geniculatum* Gardn., epiphytisch im Thallus von *Laminaria* bei Kalifornien.

36. **Microthamnion** Nägeli in Kütz., Species Algarum (1849) 352 (Fig. 158). — Thallus mittels einer Basalzelle festsitzend, zuletzt zuweilen freischwimmend, bildet kleine, blaßgrüne, aufrechte Büschel mit reicher, unregelmäßiger, dichotomischer oder trichotomischer Verzweigung, ohne Gallert- oder Haarbildung. Die Ästchen, die ungefähr von der Dicke des Hauptsprosses sind, steif aufrecht anliegend oder abstehend. Die Trennungsmembranen der Seitenäste gegen den Hauptast sind nicht an der Abzweigungsstelle selbst, sondern etwas höher im Seitenast durch sukzedane Bildung angelegt. Zellen, außer der Basalzelle, alle gleichartig, ± zylindrisch, mehreremal so lang wie dick. Membran dünn und ungeschichtet. Chromatophor bleichgrün, bandförmig und der Zellwand anliegend. Pyrenoide fehlen, Zellkern in der Einzahl. Als Assimilationsprodukt wird Öl gebildet. Ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Makrozoosporen, die zu 4–8 in jedem Zoosporangium entstehen und aus denen sich direkt ohne vorhergegangene Kopulation die jungen Pflänzchen bilden. Jede Zelle, außer der Basalzelle, kann zu einem Zoosporangium umgewandelt werden, und die gebildeten Makrozoosporen sind lang birnförmig, besitzen 2 gleich lange Geißeln, einen blaßgrünen Chromatophor und einen roten Augenfleck. In besonderen Fällen, z. B. bei Wassermangel, erfolgt die Bildung von Akineten. Vegetative Vermehrung auch durch Zerfall der Pflanze.

4 Arten im Süßwasser, *M. Kützianum* Nägl. und *M. strictissimum* Rabh. wahrscheinlich in allen Weltteilen, *M. exiguum* Reinsch in Afrika und Australien, *M. curvatum* W. et G. S. West nur aus Burma bekannt.

IV. Ulvellaee.

Der Thallus besteht aus einer ein- bis mehrschichtigen, \pm regelmäßigen Zellscheibe. Zellen mit oder ohne Haare, mit 1 oder mehreren Zellkernen. Chromatophor grün.

37. **Arthrochaete** Rosenv. in Meddelelser om Grönland, H. 20 (1898) 110 (Fig. 159 A—D).—Thallus epi- und endophytisch, krustenförmig, kreisrund, pseudoparenchymatisch, gegen das Innere der Wirtspflanze Fäden aussendend, welche sich verzweigen und in der Markscheibe verbreiten. Die kriechenden Zellen tragen normal ein langes Haar mit einer oder zwei (mehreren?) Wänden und sind durch eine Wand von der Trägerzelle getrennt; außerdem kommen auch bisweilen kurze aufrechte Zellfäden vor. Die Zoosporangien entstehen durch Umbildung der kriechenden Zellen und bilden gewöhnlich eine zusammenhängende Schicht, sie sind umgekehrt eiförmig oder beinahe zylindrisch und

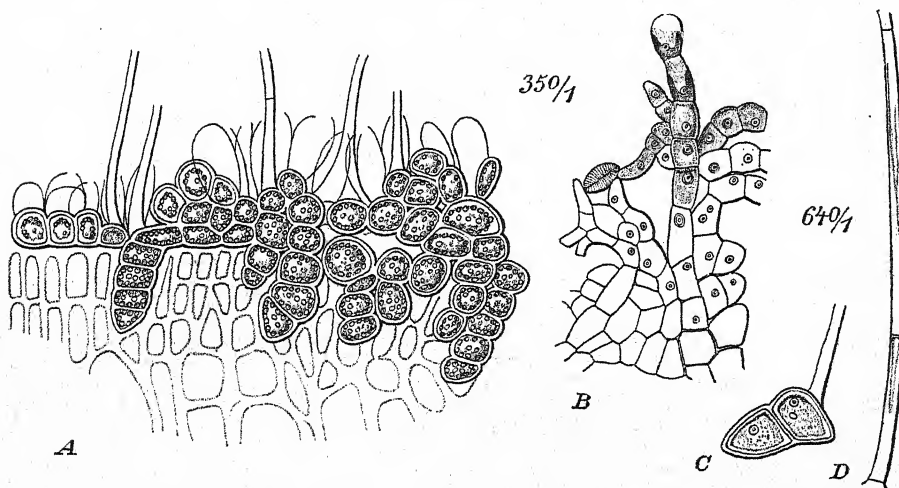


Fig. 159. A—D *Arthrochaete penetrans* Rosenv. A Querschnitt durch den Thallus von *Turnerella* mit der epiphytischen *Arthrochaete*; B Flächenschnitt; C zwei Zellen mit einem Haar; D ein Haar. (Nach L. Kolderup Rosenvinge, A, B 350/1, C, D 640/1.)

öffnen sich an der Spitze. Sie können auch terminal auf den aufrechten Fäden entstehen. Der Chromatophor ist scheibenförmig mit 1 oder 2 Pyrenoiden.

2 Arten, *A. penetrans* Rosenv. in *Turnerella Pennyi* und *A. phaeophila* Rosenv. epiphytisch auf *Symphyocarpus strangulans*, beide im Meere bei Grönland.

38. **Ochlochaete** Thwaites in Harvey, Phyc. Brit. (1849) tab. 226 (Fig. 160 A—C).—Thallus epiphytisch, \pm unregelmäßige Scheiben bildend. Die Scheibe hat Randwachstum von dicht liegenden, seitlich verzweigten Zellfäden und besteht in der Mitte aus 2 bis 3 Schichten beinahe kugelförmiger Zellen. Die Zellen haben ein ungegliedertes Haar, das nicht durch eine Zellwand abgegrenzt wird. Der Chromatophor ist parietal mit unregelmäßigen Ausstülpungen nach innen und hat 1 Pyrenoid. Die zentralen Zellen bilden Zoosporen, indem sie anschwellen und sich an der Spitze mit einer farblosen Ausstülpung verlängern. In jedem Zoosporangium werden 20—30 eiförmige Zoosporen mit 4 Geißeln gebildet.

Vielleicht 6 Arten, von diesen sind besonders zu erwähnen *O. hystrix* Thur., *O. ferox* Huber und *O. lentiformis* Huber, die epiphytisch an Meeresalgen in Europa und Grönland vorkommen. *O. gratulans* Web. v. Bosse aus Celebes.

39. **Chaetobolus** Rosenv. in Meddelelser om Grönland, III (1893) 928 (Fig. 160 D, E).—Thallus epiphytisch oder an Steinen angewachsen, meistens beinahe halbkugelig oder beinahe kugelig. Die Zellen teilen sich in allen Richtungen. Die Basalkante des Thallus besteht aus radialen Serien von Zellen und bildet bisweilen rhizoidartige Auswüchse. Die freien Oberflächenzellen bilden ein langes, ungegliedertes Haar, welches nicht von der Trägerzelle durch eine Querwand getrennt ist. Vermehrung durch Zoosporen?

2 Arten, *Ch. gibbus* Rosenv. epiphytisch in grönländischen Meeresalgen, *Ch. lapidicola* Lagerh. an Steinen in Süßwasserflüssen im nördlichen Norwegen.

40. **Pringsheimia** Reinke in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. VI, H. 7 (1888) 241 (Fig. 161). — Kleine, polsterförmige, einschichtige Scheiben, deren Randzellen flach und deren mittlere Zellen keilförmig sind und ihre Längsachse rechtwinklig zur Basis der Scheibe stellen. Die Scheiben vergrößern sich durch peripherisches Wachstum, indem die Randzellen in radialer Richtung Aussackungen treiben und diese durch Scheidewände abgliedern. Nicht selten mit langen, feinen, farblosen Haaren besetzt. Ein großer, plattenförmiger Chromatophor und 1 Pyrenoid in jeder Zelle. Die ungeschlechtlichen Individuen besitzen keine Interzellularräume, und die nach außen gekehrten Zellwände sind hier

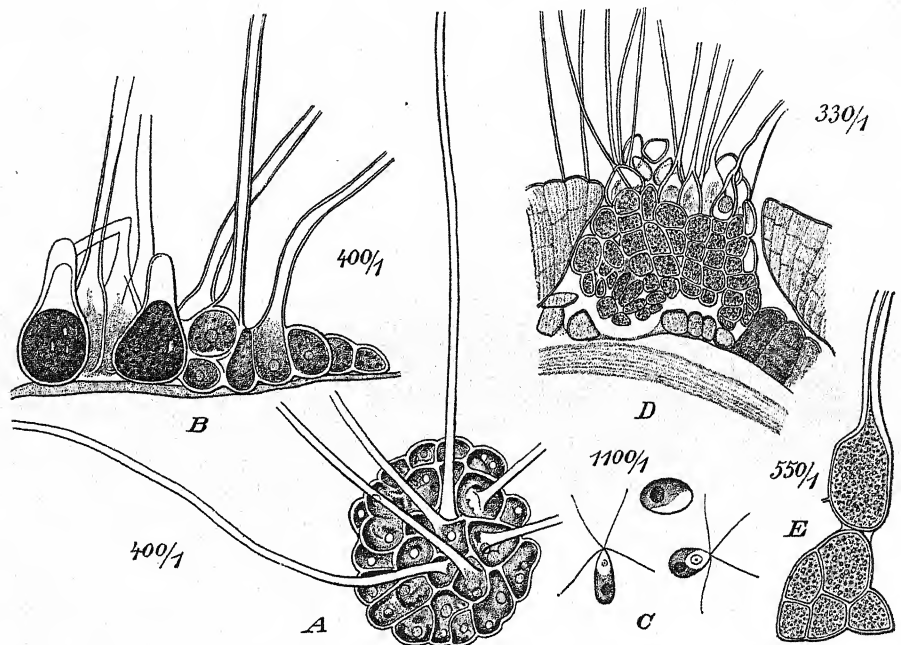


Fig. 160. A—C *Ochlochaete ferox* Hub. A junges Individuum; B Querschnitt durch ein zoosporangienführendes Individuum; C Zoosporen. — D, E *Chaetobolus gibbus* Rosenv. D Querschnitt durch ein Individuum; E ein Teil desselben vergrößert. (A—C nach G. Huber, A, B 400/1, C 1100/1; D, E nach L. Kolderup Rosenvinge, D 330/1, E 550/1.)

stärker verdickt als die Radialwände, dabei gallertartig und geschichtet; in den zentralen Zellen der Scheibe bilden sich viele 4geißelige, mit Augenfleck versehene Zoosporen aus, die durch ein rißförmiges Loch in der Zellwand entweichen. Die Geschlechtspflanzen haben an allen Seiten der Zellen gleichmäßig zarte Zellwände, und es entstehen zuletzt Interzellularräume zwischen ihnen; in den mittleren Zellen bilden sich sehr zahlreiche kleine, 4geißelige Gameten, die mit einem Augenfleck versehen sind.

2 oder 3 Arten, *P. scutata* Reinke epiphytisch auf Meeresalgen in Europa und Amerika und *P. marchantae* Setch. et Gardn. auf Meeresalgen in Nordamerika. Eine unsichere Art, *P. ? udoteae* Börgesen, ist auf *Udotea flabellata* in Westindien gefunden.

41. **Pseudopringsheimia** Wille in E. P. 1. Aufl. Nachtr. I, 2 (1909) 88 (Fig. 162 A—C). (*Ulvella* Rosenv. p. p., Grönlands Havalger in Meddelelser om Grönland, III [1893] 924). — Thallus epiphytisch, besteht aus ausgebreiteten oder kleinen polsterförmigen Scheiben. Die Scheiben vergrößern sich durch peripherisches Wachstum, indem die Randzellen sich durch senkrechte Wände teilen; durch tangential Teilungen werden die Scheiben allmählich, besonders in der Mitte, mehrschichtig und wachsen dann als radiale dichtliegende, bisweilen verzweigte Fäden aus. Von den inneren Zellen können Rhizoiden in die Unterlage hineingetrieben werden. Keine Haare. Die Zellen haben einen

scheibenförmigen Chromatophor mit 1 Pyrenoid an dem oberen Teil der Zellen. Zoosporangien entstehen an den Enden der aufrechten Fäden, doch können auch tiefer liegende Zellen derselben Reihe Zoosporen liefern.

4 Arten, *P. confluens* (Rosenv.) Wille, *P. fucicola* (Rosenv.) Wille und *P. penetrans* Kylin epiphytisch an Meeresalgen im nordatlantischen Meere, *P. apiculata* Setch. et Gardn. auf *Egregia Menziesii* an den Küsten von Kalifornien.

42. **Protoderma** (Kütz. in Linnaea XVII [1843] 94) emend. Borzi, Studi Algologici II (1895) 245. (Inkl. *Endoderma* De Toni p. p., Sylloge Algarum I [1889] 209; *Entocladia* Hauck p. p., Die Meeresalgen Deutschlands usw. [1884] 462). — Thallus epiphytisch, besteht

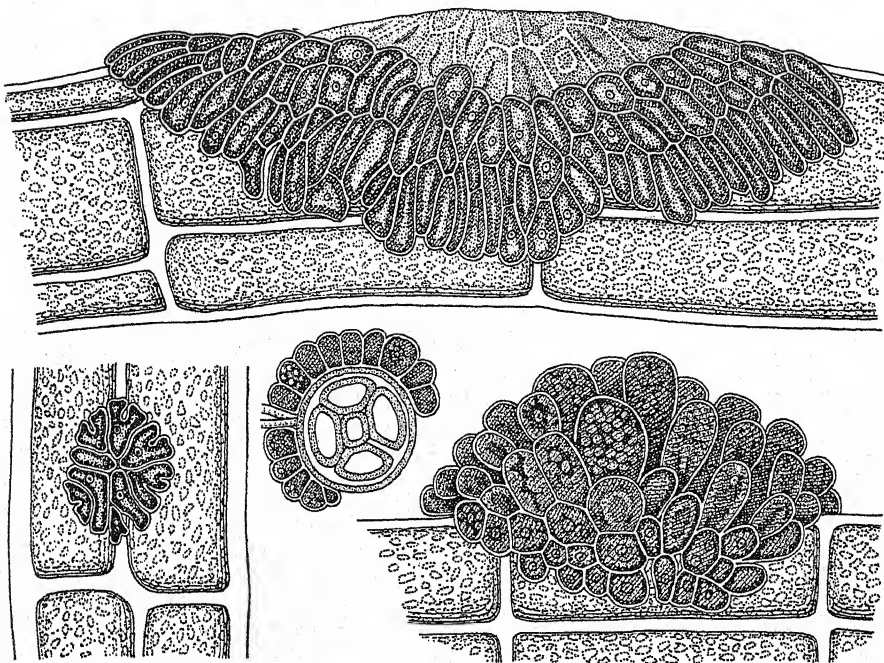


Fig. 161. *Pringsheimia scutata* Reinke. Zu oberst eine ältere Scheibe, aus deren Mittelzellen die Zoosporen entleert sind; unten rechts ein Thallus, dessen mittlere Zellen in Zoosporenbildung begriffen sind; in der Mitte ein Querschnitt durch *Polysiphonia* mit einer *Pringsheimia*-Scheibe; unten links ein junger Thallus von oben gesehen, auf *Polysiphonia*. (Nach J. Reinke aus Oltmanns.)

nach außen aus kurzen Zellfäden, die von einer zentralen Gruppe eckiger, pseudo-parenchymatischer Zellen, die sich in allen Richtungen teilen, ausstrahlen. Die Zellen sind von verschiedener Gestalt, in den Zweigen bisweilen ein wenig zugespitzt und enthalten 1 Zellkern. Der Chromatophor ist wandständig, scheibenförmig mit 1 Pyrenoid. Die Zoosporen sind kugelig oder eiförmig mit 2 Geißeln, Stigma und 2 kontraktile Vakuolen im vorderen Ende; sie entstehen zu 4–8, selten 16 in einer Zelle und werden frei durch Auflösung der Zoosporangienmembran. Eiförmige oder kugelige Aplanosporen werden gebildet. Nach einer teilweisen Verschleimung der Zellwände kann ein *Palmella*-Stadium gebildet werden.

Die Gattung ist sehr schwer von manchen anderen sohlenförmigen Gebilden zu unterscheiden, namentlich von Entwicklungsstadien von *Stigeoclonium* und *Enteromorpha*. Daher sind verschiedene Algen zu *Protoderma* gerechnet worden.

Etwas 4–5 Arten auf Holz, Steinen und Wasserpflanzen sowohl im Süßwasser wie im Meere, wahrscheinlich in allen Weltteilen. *P. viride* Kütz. ist eine häufige Süßwasseralge, epiphytisch auf *Lemna*, *Callitriche* usw., *P. marinum* Reinke ist im Meereswasser gefunden, *P. Brownii* Fritsch ist von dem »ewigen Schnee« in antarktischen Gegenden beschrieben.

43. *Ulvella* Crouan in Ann. Scienc. Nat. IV Ser. Tom. XII (1859) 288 (Fig. 163 A, B). (Inkl. *Phyllactidium* Crouan, Florule de Finistère [1867] 130; *Dermatophyton* Peter, Über eine auf Thieren schmarotzende Alge in 59. Versam. deutsch. Naturf. und Ärzte, 21 [1886]; *Epiclemmidia* Potter in Proceed. of Cambridge Philos. Soc. Vol. VI, P. I [1886]). — Der

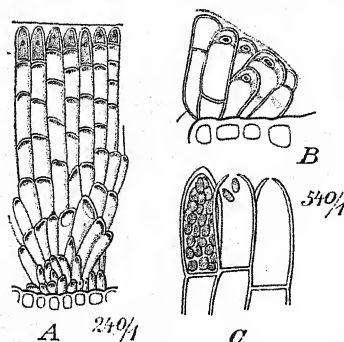


Fig. 162. *Pseudopringsheimia confuens* (Rosenf.) Wille. A Querschnitt durch die Mitte eines sterilen Individuums; B Querschnitt durch die Randzone; C Zoosporangien. (Nach L. Kolderup Rosenvinge; A 240 \times , B, C 510 \times .)

Thallus bildet 20 μ bis 1 $\frac{1}{2}$ mm große, erst einschichtige, später mehrschichtige, radial wachsende Scheiben ohne Haare. In der Mitte der Scheibe, wo die Zoosporangien gebildet werden, stehen die Zellen scheinbar unordnungslos, sind aber in radialen Reihen gegen den Rand geordnet. Randzellen oft dichotomisch eingeschnitten. Chromatophor parietal ohne Pyrenoid. Die Zellen mehrkernig. Zoosporen mit 2 Geißeln werden in den zentralen Zellen in einer Anzahl von 4, 8 oder 16 in jeder Zelle gebildet und entschlüpfen durch eine apikale Öffnung.

2 Arten, *U. lens* Crouan im Meereswasser und *U. involvens* (Savi) Schmidl (= *Dermatophyton radians* Peter = *Epiclemmidia lusitanica* Potter) auf den Schalen von Schildkröten in Südeuropa und Nordafrika.

44. *Pseudulvella* Wille in E. P. 1. Aufl. Nachtrag I, 2 (1909) 90 (Fig. 163 C—E und Fig. 164 A—C). (*Ulvella* Snow p. p. in Botan. Gazette, Vol. XXVII [1899] 309, Pl. VII; *Chaetopeltis* Col-

lins, The Green Algae of North America in Tufts College Studies, Vol. II, No. 3 [1909] 288, Fig. 96). — Der Thallus bildet kleine Scheiben, aus dichtgedrängten, verzweigten, oft radial ausstrahlenden Fäden bestehend; in der Mitte ist die Scheibe meist mehrschichtig, gegen den Rand einschichtig oder in freie, dichotomisch verzweigte Fäden aufgelöst. Zellen einkernig. Chromatophor eine parietale Platte mit 1 Pyrenoid. Zoosporen 4geißelig. Sonst der vorhergehenden Gattung ähnlich.

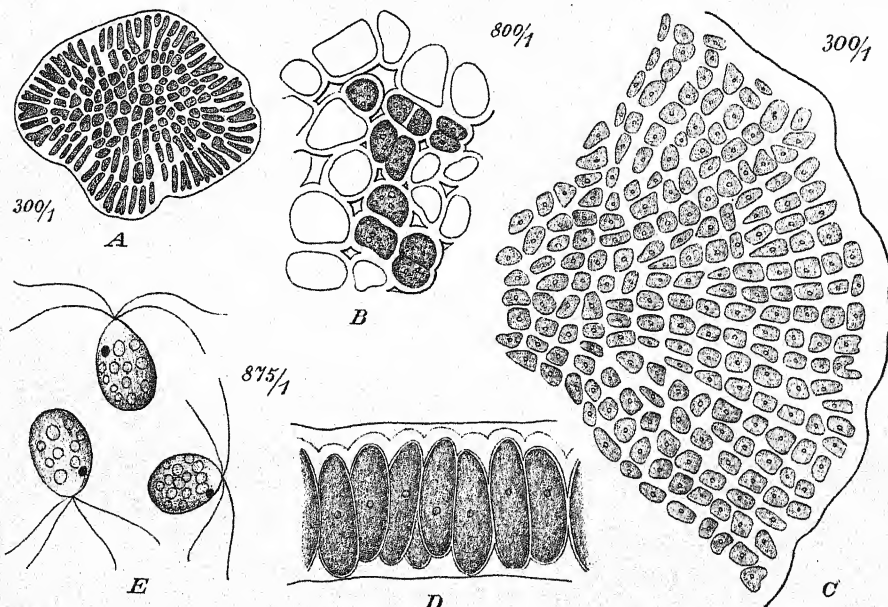


Fig. 163. A, B *Ulvella lens* Crouan, A junges Individuum; B der mittlere Teil eines Thallus. — C—E *Pseudulvella americana* (Snow) Wille. C Teil des Thallus von der Oberfläche; D von dem mittleren Teil im Querschnitt; E Zoosporen. (A, B nach J. Huber, A 300 \times , B 800 \times ; C—E nach Julia Snow, C 300 \times , D, E 875 \times .)

4 Arten, *P. americana* (Snow) Wille (= *Ulvella americana* Snow = *Chaetopeltis americana* Collins), epiphytisch an Süßwasseralgen in Nordamerika, *P. prostrata* (Gardn.) Setch. et Gardn. (= *Ulvella prostrata* Gardn.), *P. applanata* Setch. et Gardn. und *P. consociata* Setch. et Gardn. kommen alle epiphytisch oder an Molluskenschalen an den Küsten von Nordamerika vor.

An m. Von *Pseudopringsheimia* unterscheidet sich diese Gattung besonders durch den Mangel an Rhizoiden.

Unsichere oder wenig bekannte Gattungen.

1. **Choreoclonium** Reinsch in Journ. Linn. Soc. Bot., Vol. XV (1876) 217. — Die Alge ist einer *Stigeoclonium*-Sohle ähnlich und kommt epiphytisch an größeren Algen vor.

1 Art, *Ch. procumbens* Reinsch, ist aus Kerguelen und Südgeorgien beschrieben.

2. **Crenacantha** Kütz. in Linnaea XVII (1843) 92. — Thallus stark mit Kalk inkrustiert, besteht aus einem deutlich differenzierten Hauptstamm von tonnenförmigen Zellen und haarlosen Zweigen, welche hier und da auf beiden Seiten gegenständig entspringen und sich nur wenig weiterverzweigen. Gallertabsonderungen scheinen nicht vorzukommen.

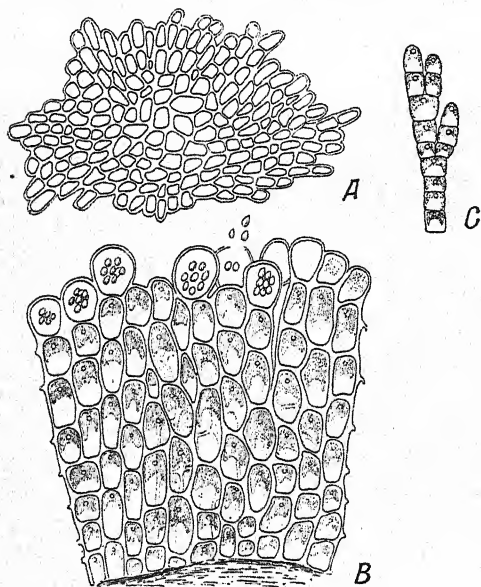


Fig. 164. *Pseudulvella consociata* Setchell et Gardner. A Junger Thallus von oben gesehen; B Querschnitt eines Thallus mit Sporangien; C verzweigter Faden vom Rand des Thallus. (Nach W. A. Setchell und N. L. Gardner, A, B 375/1, C 225/1.)

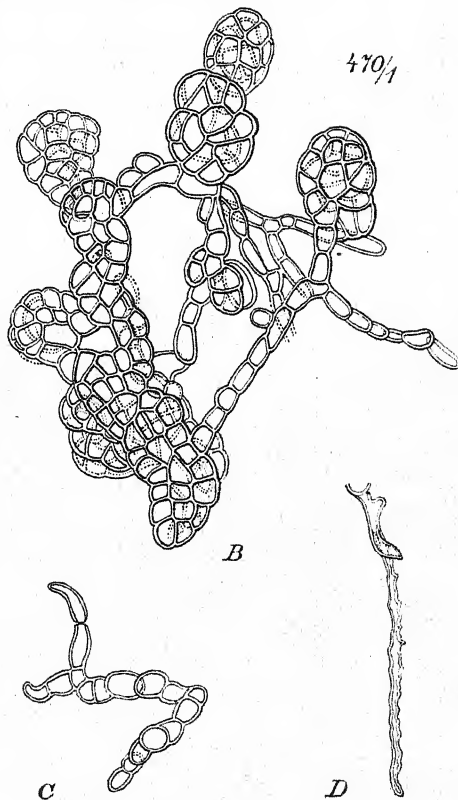


Fig. 165. B *Zygomitus reticulatus* Born. et Flah. — C, D *Klebahnella elegans* Lemm. (B nach E. Bornet et Ch. Flahault, 470/1; C, D nach E. Lemmermann.)

Nur 1 Art, *C. orientalis* Kütz., im Süßwasser in Palästina. — Die Gattung zeigt große Ähnlichkeit mit *Draparnaldia*, besitzt aber weder Haarspitzen noch Gallerte. Das vorhandene Material ist übrigens zu schlecht, um etwas Genaueres über die Stellung und die Entwicklung dieser Gattung auszusprechen.

3. **Klebahnella** Lemm. in Forschungsber. d. Biol. Station Plön, H. 3 (1895) 32 (Fig. 165 C, D). — Thallus scheiben- oder polsterförmig, epi- oder endophytisch, aus unregelmäßig verzweigten, an den Querwänden brüchigen Fäden zusammengesetzt. Zweige verschiedenartig, teils rhizoidenförmig, einfach oder verzweigt, meist einzellig, in die Gallert-hülle der Wirtspflanze eindringend, teils mehrzellig, aufrecht, in kleine Polsterchen vereinigt. Chromatophor parietal. Zoosporen birnförmig, entstehen in den Endzellen der Zweige.

Nur 1 Art, *K. elegans* Lemm., in den Schleimhüllen von *Nostoc verrucosum* Vauch. in Süßwasserseen in Holstein.

4. **Zygomitus** Bornet et Flahault in Bull. Soc. Bot. France, T. 36 (1889) 14 (Fig. 165 B). — Thallus epizootisch, besteht aus unregelmäßig verzweigten, mehrzelligen Fäden von kurzen

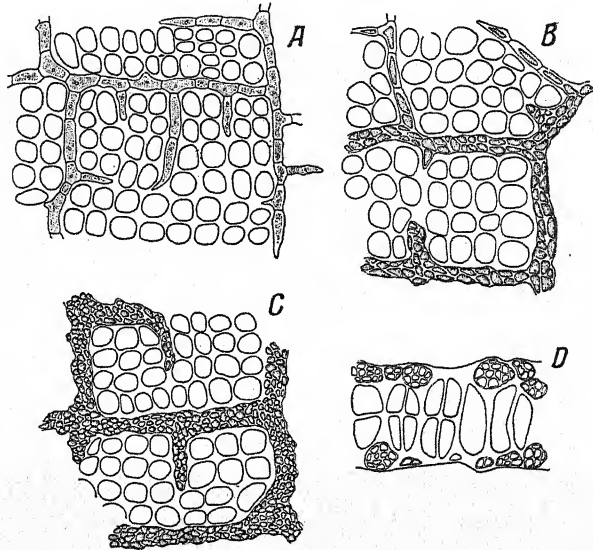


Fig. 166. *Internoretia Fryeana* Setchell et Gardner. A Junger Thallus von oben gesehen; B, C ältere Thalli von oben gesehen, die Fäden durch Längsteilungen und schiefe Teilungen aufgeteilt; D Querschnitt durch die Wirtspflanze und die Fäden von *Internoretia*. (Nach W. A. Setchell und N. L. Gardner, 375/1.)

Zellen, welche durch Längsteilung oder schiefe Teilungen flächenförmige Partien bilden können, anastomosieren und ein unregelmäßiges Netz bilden können. Vermehrung unbekannt.

Nur 1 Art, *Z. reticulatus* Born. et Flah., an Schalen von Meeresmollusken in Europa.

5. **Internoretia** Setch. et Gardn. in Univ. California Publications, Botany, Vol. 7 (1920) 295 (Fig. 166). — Thallus endophytisch, aus reich verzweigten Fäden gebildet, die in

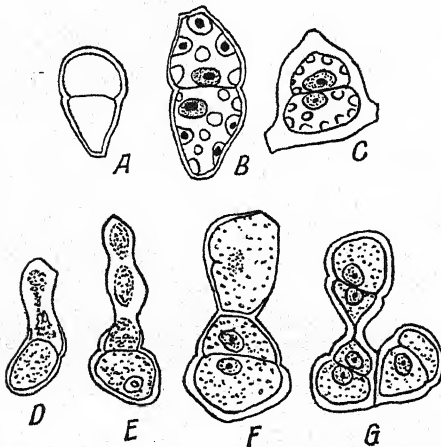


Fig. 167. *Tetraëdroides spetsbergenensis* Griffiths. A—C Verschiedene Thalli, in B und C sind der Zellkern und die Chromatophoren eingezeichnet; D, E verschiedene Stadien der Fadenbildung; F, G junge Thalli im Begriff, sich abzuschneiden. (Nach B. M. Griffiths, 650/1.)

jungen Stadien einreihig sind und durch Querteilung der terminalen Zellen weiterwachsen; durch spätere Längsteilungen und schiefe Teilungen werden aber die Fäden allmählich in mehrere kleine Zellen aufgeteilt, so daß zylindrische Fäden, im Querschnitt aus mehreren Zellen bestehend, aufgebaut werden. Die Zweige gehen meist rechtwinklig aus, wodurch große, netzförmige Thalli entstehen. Chromatophor parietal, ohne Pyrenoid. Vermehrung unbekannt.

1 Art, *J. Fryeana* Setch. et Gardn., endophytisch in der Membran von *Porphyra Naïdum* im Meereswasser in Nordamerika gefunden.

Anm. Da die Reproduktion dieser Alge ganz unbekannt ist, läßt sich ihre systematische Stellung noch nicht sicher feststellen.

6. **Tetraëdroides** Griffiths in The New Phytologist, Bd. 22 (1923) 69 (Fig. 167). — Thallus von sehr wechsell-

der Form, birnförmig, ellipsoidisch tetraedrisch oder unregelmäßig polyedrisch, aus 2, sehr selten 3 oder 4 Zellen bestehend. Die Außenwände des Thallus dick, die Innenwände dünn. In jeder Zelle 1 Zellkern und zahlreiche parietale, rundlich-ovale Chromatophoren, von denen nur vereinzelte ein Pyrenoid führen. Vegetative Vermehrung durch Heraussprossen kurzer, dünnwandiger, gegliederter Zellenfäden aus der einen oder aus beiden Zellen des Thallus. Diese Fäden werden allmählich dickwandiger und schnüren sich später als 1- oder 2zellige junge Thalli ab. Wahrscheinlich kann jede Zelle außerdem 4 Aplanosporen erzeugen, welche durch ein seitliches Loch in der Mutterzellwand entschlüpfen.

1 Art, *T. spetsbergensis* Griffiths, zwischen Moosen in einer Felsspalte auf der Bären-Insel.

An m. Ich sehe diese Gattung als sehr zweifelhaft an; vielleicht stellt sie nur Brutorgane eines Mooses dar.

Trentepohliaceae.

Mit 7 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. Millardet, De la Germ. d. Zygosporées des Genr. *Closterium* et *Staurastrum* et s. un Gen. nouv. d'Algues Chlorosporées (Mém. d. l. Soc. sc. nat. de Strasbourg, T. 6, Strasb. 1866–70). — G. Berthold, Unters. üb. d. Verzweig. einig. Süßwasser-algen (Nova acta d. Leop.-Carol. Akad., Bd. 40, No. 5, Halle 1878). — D. D. Cunningham, On *Mycoidea parasitica* (Transact. of Linn. Soc. Ser. 2, Vol. 1, London 1878). — H. M. Ward, Struct. devel. and life-history of a trop. epiphyllous Lichen (*Strigula complanata* Fée). (Transact. of Linn. Soc. Ser. 2, Vol. 2, P. 6, London 1884). — M. C. Potter, Note on an Alga (*Dermatophyton radicans* Peter) grow. on the Europ. Tortoise (Journ. of Linn. Soc. Bot., Vol. 24, No. 161, London 1887). — M. Möbius, Über einige in Portorico gesammelte Süßwasser- und Luft-Algen, Hedwigia 1888. — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 12–15. — P. Hariot, Note sur le genre *Cephaleuros* (Journal de Botanique, T. III, Paris 1889); Note sur le genre *Trentepohlia* Martius (Journal de Botanique, T. III, Paris 1889). — G. B. de Toni e Fr. Saccardo, Revisione di alc. genere di Cloroficee epifite (La nuova Notarisia, Padova 1890). — G. Karsten, Untersuchungen üb. Fam. d. Chroolepideen (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, Vol. X, Leide 1891). — A. W. Jennings, On two new species of *Phycopeltis* from New Zealand. (Proc. Irish. Acad. Dublin, 1896). — W. Schmidle, Vier neue von Professor Lagerheim in Ecuador gesammelte Baumalgen (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XV, H. 8, 1897, S. 456; Epiphyllie Algen (Flora Bd. 83, Marburg 1897); Üb. einig. von Lagerheim in Ecuador und Jamaica gesamm. Blattalgen Hedwigia, Bd. 37, Dresden 1898); Algolog. Notizen IX. (Allgem. bot. Zeitschrift f. Syst. Florist., Bd. V, Karlsruhe 1899). — M. Raciborski, Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900. — E. de Wildeman, Les Algues de la Flore de Buitenzorg, Leide 1900. — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — H. H. Mann and C. M. Hutchinson, *Cephaleuros virescens* Kunze, the »red rust« of Tea (Memoirs of Dep. of Agricult. in India, Vol. I, No. 6, Calcutta 1907). — K. Meyer, Zur Lebensgesch. d. *Trentepohlia umbrina* (Botan. Zeitg., Jahrg. 67, Abt. I, H. 2, 3, Leipzig 1909). — F. Brand, Über die Stiel- und Trichtersporangien der Algengattung *Trentepohlia* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1910). — G. S. West and O. E. Hood, The Structure of the Cell Wall and the apical Growth in the Genus *Trentepohlia* (The New Phytologist 1911. — J. W. Snow, Two epiphytic Algae (Bot. Gazette, Vol. 51, 1911). — P. A. Dangeard, Un nouveau genre d'algues (Bull. Soc. Bot. France, T. 58, 4. Ser., 1911). — J. W. Snow, Two epiphytic Algae: A Correction (Bot. Gazette, Vol. 53, 1912). — N. Thomas, Notes on *Cephaleuros* (Ann. of Bot., Bd. 27, 1913). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering (Jena 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — H. Printz, Subaërial Algae from South Africa (Det. Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1920, Trondhjem 1921). — R. Fischer, Die *Trentepohlia*-Arten Mährens und West-Schlesiens (Öster. Bot. Zeitschrift, Bd. 71, 1922). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, II. Aufl., Jena 1922). — L. Geitler, Studien über das Hämatochrom und die Chromatophoren von *Trentepohlia* (Öster. Bot. Zeitschrift, Bd. 72, 1923). — N. N. Woronichin, Les Algues epiphyllies en Transcaucasie (Bullet. Jard. Bot. Republ. Russe, T. XXII, 1923, S. 71). — P. van Oye, Zur Biologie von *Trentepohlia* auf Java (Hedwigia, Bd. LXIV, 1923). — A. Sharples, Report on »Black Fruit« disease of pepper vines in Sarawak, caused by the alga *Cephaleuros mycoidea* (Malayan Agric. Journ. 11, 1923). — H. Molisch, *Mycoidea parasitica* Cunningham, eine parasitische, und *Phycopeltis epiphyton* Millard, eine epiphyllie Alge in Japan. Botanische Beobachtungen in Japan, Nr. IV (Sc. Reports Tohoku University, Ser. IV, Bd. 1, Nr. 2, 111). — P. van Oye, Sur l'Écologie des Epiphytes de la surface des Troncs d'Arbres à Java (Revue Générale de Botanique T. XXXIV, 1924).

Merkmale. Der Thallus besteht aus flachen Zellscheiben oder aus kriechenden und aufgerichteten, verzweigten oder unverzweigten Zellreihen. Die Zellen haben 1, in älteren

Zellen bisweilen mehrere Zellkerne, mehrere scheiben- oder bandförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid und enthalten Hämatochrom. Vermehrung durch 2- oder 4geißelige Zoosporen, die in sog. Hakensporangien gebildet werden; außerdem kommen Akineten häufig vor. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Isogameten, die in sog. Kugelsporangien entstehen.

Vegetationsorgane. Alle Trentepohliaceen sind Luftalgen an Felsen, Steinen, Holz oder epiphytisch an Baumrinden oder Blättern wachsend und haben sich diesem Luftleben angepaßt. Viele *Cephaleuros*-Arten sind Parasiten.

Der Thallus ist fadenförmig oder scheibenförmig, mit vielen Übergängen; bisweilen kommen epi- oder endophytische, pseudoparenchymatische Lager zustande. Bei den einfachsten Formen, wie *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born., besteht der Thallus nur aus einem kriechenden, verzweigten Faden, von welchem hier und da wenige und kurze Verzweigungen in die Höhe reichen können; bei anderen *Trentepohlia*-Arten wird aber der Gegensatz zwischen den kriechenden und den aufgerichteten Fäden größer, und sie bilden häufig filzartige, verworrene Rasen. Es besteht kein Unterschied zwischen Hauptstamm und Verzweigungen. Bei der Sekt. *Heterothallus* Har. der Gattung *Trentepohlia* besteht der kriechende Teil aus einem ± lockeren und regulären Gewebe horizontal wachsender Fäden, welchen oft direkt Sporangien aufsitzen, und der aufsteigende Teil aus unverzweigten oder schwach verzweigten, kurzen, dünnen, nach oben verschmälerten, nicht torulösen Haarfäden.

Bei der Sektion *Hansgirgia* (de Toni) der Gattung *Phycopeltis* Mill. können die kriechenden Fäden anastomosieren und stellenweise kleine, unregelmäßige Scheiben bilden; bei *Euphycopeltis* dagegen werden die Scheiben sehr regelmäßig, einschichtig und wachsen durch eine Scheitelkante; nur vereinzelte kurze Glieder erheben sich über die Scheibe.

Cephaleuros Kunze besteht aus mehrschichtigen Sohlen oder pseudoparenchymatischen, bisweilen endophytischen Lagern, die nach unten Rhizoiden entsenden können und nach oben außer den Sporangiumträgern auch mehrzellige Haarbildungen tragen.

Die Form der Zellen ist zylindrisch oder tonnenförmig, richtet sich aber auch nach der Scheiben- oder Fadenform des Thallus und kann dann mitunter eckig werden. Entleerte Sporangien oder beschädigte Zellen können von unten durchwachsen, wodurch neue Thallusteile gebildet werden können. In den jungen Zellen ist nur 1 Zellkern, in den älteren Zellen können aber bisweilen mehrere auftreten.

Das Wachstum der Fäden erfolgt durch Teilung der Spitzenzellen. Bei *Physolinum* und *Pirula* geschieht das Wachstum durch eine hefeartige Sprossung. *Physolinum* ausgenommen, sind die Membranen der ausgewachsenen Zellen meist relativ dick, auf der Oberfläche oft schuppig oder zottig. Sie bestehen aus Zellulose, die schichtenweise gebildet wird. Einmal gebildet, sind die Membranen nicht sehr dehnbar und wachstumsfähig, und bei dem Spitzenwachstum werden die älteren Hautschichten der Endzellen in mannigfacher Weise durchbrochen, um die jüngeren heraustreten zu lassen. Bedeckt und wohl auch geschützt werden letztere durch eigenartige Kappen, welche aus Pektose bestehen. Die Seitenäste sprengen ebenfalls die alte Zellwand, von deren Fetzen die Basis der Seitenäste scheidig umgeben wird. Die Querwände der *Trentepohlia*-Arten zeigen sehr oft Tüpfelbildungen.

Die Chromatophoren sind bandförmig oder scheibenförmig ohne Pyrenoide, mehrere in jeder Zelle. Auf älteren Stufen zeigen die bandförmigen Chromatophoren vielfach Tendenz, in kurze Stücke und Scheiben zu zerfallen. Die grüne Farbe der Chromatophoren wird oft von der orangegelben Farbe des Hämatochroms gedeckt. Das Hämatochrom tritt bei intensiver Beleuchtung besonders reichlich auf und geht bei Beschattung, z. B. in Kulturen, zurück. Danach wurde es als Schutzkörper angesprochen. Senn, Geitler u. a. erklären es für einen Speicherstoff, der bei raschem Wachstum der Alge schwindet, bei mäßigem Licht unzureichend gebildet wird. Bei einigen Arten, wie *Trentepohlia cyanea* Karst. und *Phycopeltis nigra* Jennings, tritt ein bläulicher Farbenton auf; dies hängt von Ablagerungen in den Zellmembranen ab. Bei einigen Arten, z. B. *Trentepohlia aurea* (L.) Mart., *Cephaleuros virescens* Kunze, sind in den dicken Querwänden kurze Makroporen, deren Trennungswand von Mikroporen durchsetzt ist, zu beobachten. Bei einigen *Trentepohlia*-Arten tritt bei Benetzung ein Veilchengeruch hervor (z. B. *Trente-*

pohlia jolithus [L.] Wittr., Veilchenstein); näheres über den Sitz der riechenden Verbindung, Jonon, ist nicht bekannt.

Ungeschlechtliche Vermehrungsorgane. Die neutrale Vermehrung der Trentepohliaceen geschieht durch Zoosporen, Aplanosporen und Akineten.

Als Zoosporangien sind wohl die als »Hakensporangien« oder »Trichtersporangien« bezeichneten Gebilde zu betrachten. Es sind annähernd kugelige Sporangien, die vom Inhalt dicht gefüllt sind und auf einer trichterförmigen, haken- oder knieförmig gebogenen inhaltsarmen Trägerzelle stehen. Das Knie ist bald schärfer, bald schwächer ausgeprägt, sichtbar ist es immer. Sie entstehen vereinzelt oder zu mehreren zusammen an kürzeren oder längeren Haaren, nie aus den Scheibenzellen. Die Sporangienzelle öffnet sich mit einer kurzen seitlichen Halsöffnung, meistens jedoch erst, nachdem die Sporangienzelle von der Trägerzelle mittels eines besonderen Abwerfungsmechanismus in toto abgeworfen und nachher benetzt worden ist. Das Abwerfen der Zoosporangien erfolgt bei trockenem Wetter, und der Mechanismus ist angelegt in Ringverdickungen der Membran, welche Sporangium und Stielzelle scheidet. Ein Zellulose ring entsteht ganz peripher (ar, Fig. 168, 7—9), ein zweiter (sr) mehr gegen die Mitte hin. Soll das Sporangium abgeworfen werden, so reißt, nach Oltmanns, die das Ganze überziehende Kutikularschicht, dadurch werden die Ringe frei. Nach anderer Darstellung spaltet sich die das Sporangium abgrenzende Membran in 2 Lamellen (Fig. 168, 9), welche nach unten und oben vorgetrieben werden, dann reißt auch der innere Ring, das Sporangium ist frei, und die Stielzelle mit den Ringen bleibt als Stumpf zurück. In jedem Zoosporangium werden viele Zoosporen gebildet, welche bald nach dem Heraustreten eine flach-eiförmige Form annehmen und 4 oder 2 gleiche Geißeln tragen. Die Zoosporen wachsen direkt zu Faden- oder Scheibenzellen aus. Bei *Physolium* werden statt Zoosporen kugelige Aplanosporen gebildet.

Akineten entstehen bei einigen Arten, z. B. *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born., dadurch, daß die Zellen sich abrunden, mit Inhalt füllen und durch Auflösung der äußersten Membranlamellen voneinander befreit werden. Sie wachsen direkt zu Fäden aus.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Die sogenannten »Kugelsporangien«, die sowohl aus den Zweigen wie aus den Scheibenzellen entstehen können, indem die Zellen nur ein wenig anschwellen, sonst aber wenig verändert werden, bilden die Gameten und sind also als Gametangien zu bezeichnen. Sie können terminal oder interkalar auftreten, vereinzelt oder viele zusammen, oft an denselben Individuen wie die Zoosporangien. Die Gameten werden in großer Zahl gebildet, sind flachgedrückt eiförmig, mit 2 gleichen Geißeln und ohne Stigma. Die Kopulation der Isogameten ist bei *Trentepohlia*- und *Phycopeltis*-Arten beobachtet worden.

Die Keimung der Zygote ist nicht kontinuierlich beobachtet worden. Bei *Trentepohlia* fängt die Zygote langsam an zu wachsen und bildet wahrscheinlich direkt ein neues Individuum. Die Gameten können aber auch ohne Kopulation sich abrunden, mit Membran umgeben und wahrscheinlich zu neuen fadenförmigen Individuen auswachsen; also eine Parthenogenesis.

Geographische Verbreitung. Die Trentepohliaceen sind alle Luftalgen und wachsen an Felsen, Steinen, Holz oder anderen Gegenständen oder epiphytisch an Baumrinden oder Blättern. Beinahe alle auf Blättern epiphytischen Arten sind tropisch, sowohl in der Alten wie in der Neuen Welt, und in den feuchten Tropengebieten entfalten diese epiphyllen Trentepohliaceen ihre volle Üppigkeit. Nur *Phycopeltis epiphyton* Mill. kommt bis nach Mitteleuropa vor. Die rinden-, stein- und felsenbewohnenden Arten (z. B. *Trentepohlia aurea* [L.] Mart., *T. jolithus* [L.] Wittr.) gehen weit nach Norden und in den Gebirgen bis in die Höhe der Waldgrenze.

Viele *Cephaleuros*-Arten treten als lästige Krankheitserreger verschiedener tropischer Kulturpflanzen auf.

Die Schwärmer der parasitischen *Cephaleuros*-Arten gelangen meist durch Regen in die Atemhöhlen ihrer Wirtspflanzen, wo sie zu Fäden auswachsen und die Epidermis abheben und auch in die Zellen derselben einwachsen. Die so entstehende Scheibe wird mehrschichtig und entsendet Fortsätze, welche das ganze Blatt durchsetzen können. Die Alge ist nach außen hin noch von der Kutikula des Wirtes bedeckt; diese wird aber durchbrochen, wenn Haar- bzw. Fadenbüschel hervortreten, welche die Sporangien tragen. Von der Alge geht angeblich ein Giftstoff aus, der die angrenzenden Blattzellen abtötet und das

Blattgewebe schwarz färbt. *Cephaleuros virescens* lebt parasitisch auf Blättern vieler Pflanzen, *Camellia*, *Mangifera*, *Rhododendron*, *Thea*, *Croton* und verschiedener Farnpflanzen. In Nordostindien verursacht diese Alge den sog. »Red Rust of Tea«, eine sehr ernstliche Zerstörung von *Thea sinensis*, und in den letzten Jahren hat sie die reichen *Piper*-Plantagen in Ostindien heimgesucht und die Ausbeute der Ernte sehr herabgesetzt. Am weitesten im Parasitismus vorgeschritten ist wohl *Cephaleuros Coffeae*, welcher *Coffea liberica*, aber nicht *Coffea arabica*, befallt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Trentepohliaceen sind durch das Luftleben besonders umgebildete Formen, die sich jedoch wahrscheinlich als eine monophyletische Familie an die Chaetophoraceen anschließen, vielleicht am nächsten an *Gongrosira* oder damit ver-

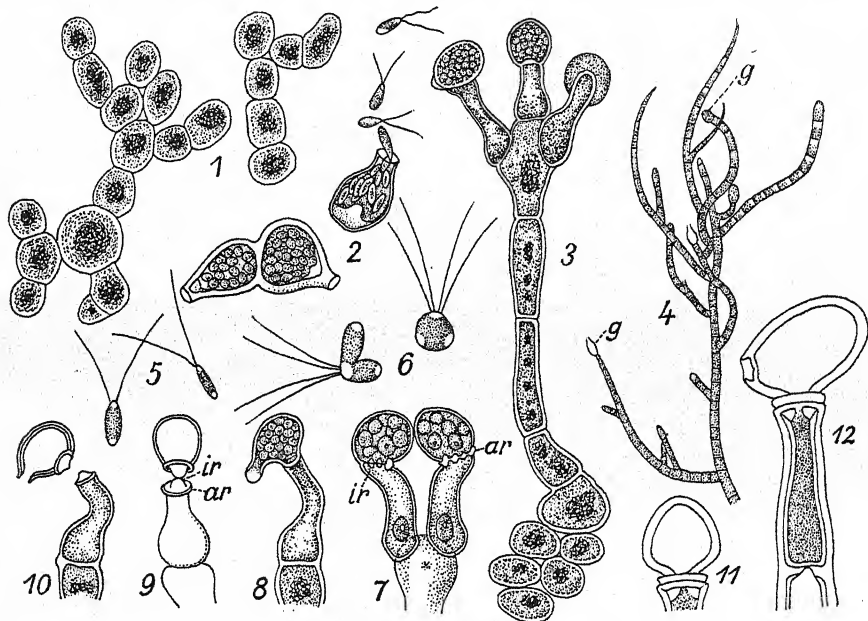


Fig 168. 1-3 *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born. 1 Fäden sich in einzelnen Zellen (Vermehrungsakineten) auflösend; 2 Gametangien; 3 Hackensporangien (Zoosporangien). — 4 *Tr. aurea* (L.) Mart. Thallus mit Gametangien (g). — 5, 6 *Tr. Bleischii* (Rabenh.) Wille. 5 Gameten; 6 Kopulationsstadien derselben. — 7 *Cephaleuros virescens* Kunze. Hackensporangien (ar Außenring, ir Innenring). — 8-10 *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born. Hackensporangien und das Abwerfen derselben. — 11 *Tr. jolithus* (L.) Wittr. Hackensporangium. — 12 *Tr. annulata* Brand, Hackensporangium. (Nach Gohl, Karsten, Wille und Brand aus Oltmanns.)

wandte Gattungen. Als Anfang der Familie können *Trentepohlia*-Arten angesehen werden, doch sind sicher Formen wie *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born. als reduzierte aufzufassen. Die Gattung *Phycopeltis* und noch mehr die Gattung *Cephaleuros* müssen als hochdifferenzierte Formen angesehen werden, die durch allmähliche Anpassung an das Luftleben aus einer *Phycopeltis*-artigen Alge entwickelt sind, die wiederum aus einer pseudoparenchymatischen Scheibe einer *Chaetophoracea* entstanden sein kann. Die Sektion *Heterothallus* Har. bildet den Übergang von *Trentepohlia* zu *Phycopeltis*, und die Sektion *Hansgirgia* (de Toni) verbindet *Phycopeltis* mit *Cephaleuros*.

Einteilung der Familie.

- A. Vermehrung durch Zoosporen.
 - a. Thallus fadenförmig ohne Anastomosen oder Zellflächen 1. *Trentepohlia*.
 - b. Thallus flächenförmig oder von anastomosierenden Fäden gebildet.
 - I. Thallus nur von einer Zellschicht gebildet 2. *Phycopeltis*.
 - II. Thallus zuletzt von 2 bis mehreren Zellschichten gebildet 3. *Cephaleuros*.
- B. Vermehrung durch Aplanosporen 4. *Physolinum*.

1. *Trentepohlia* Martius, Flor. crypt. Erlang. (1817) 351 (Fig. 168 und Fig. 170). (Inkl. *Chroolepus* Agardh, Syst. [1824] XXI; *Amphicomium* Nees, Syst. der Pilze, 69; *Dematium* Rebent., Flor. Neomach.; *Mycinema* Hooker et Arnott, The Botany of Capt. Beechey's voyage [1841] 54; *Protococcus* Kützing, Phycol. gener. [1843] 169; *Phytoconeis* Bory, Mem.; *Cystocoleus* Thwaites in Ann. and Magaz. Nat. Hist. 2. Ser. III [1849] 241; *Coenogonium* Nylander, Quelques Obs. sur le Genre *Coenogonium* in Ann. Sc. Nat. XVI [1861] 92; *Nylandera* Hariot, Le Genre *Bulbotrichia* in Notarisia 1890; überdies sind verschiedene Arten unter folgenden Namen beschrieben: *Byssus*, *Torrula*, *Syncollesia*, *Syncoelium*, *Bulbotrichia*, *Conserva*, *Ectocarpus*, *Chantransia*, *Lepra*, *Lepraria*, *Pleurococcus*). — Thallus aus einreihigen Fäden bestehend, die teils unregelmäßig verzweigt an der Unterlage kriechen, teils aus aufgerichteten, verzweigten, teilweise ineinandergewachsenen verworrenen Fäden gebildet

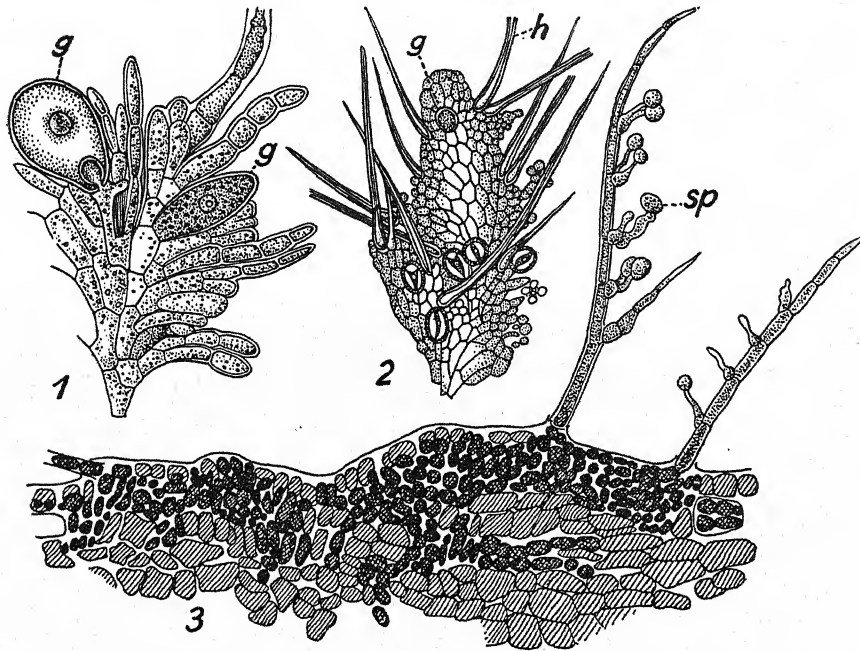


Fig. 169. 1 *Cephaleuros laevis* Karsten mit Gametangien (g). — 2 *C. virescens* Kunze mit Haaren (h) und Gametangien (g). — 3 *C. minimus* Karsten im Blattgewebe von *Zizyphus*. g Sporangien. (Nach Karsten aus Oltmanns.)

werden. Die Zweige sind meist nach verschiedenen Seiten gerichtet und entspringen aus dem oberen Ende der Mutterzelle oder subterminal oder in der Mitte. Die Zellen sind fast isodiametrisch oder ± zylindrisch, 2—3mal länger als breit, bisweilen aufgeblasen; die Zellwand ist meist relativ dick, geschichtet, oft auf der Oberfläche schuppig oder zottig und besteht aus Zellulose, oft mit einer apikalen Pektosekappe. In jungen Zellen befindet sich 1 Zellkern, in alten bisweilen mehrere. In jeder Zelle mehrere Chromatophoren in Form flacher, unregelmäßig-eckiger Scheiben ohne Pyrenoid. Hämatochrom meist so reichlich vorhanden, daß die Zellen stark rot oder rotgelb gefärbt sind. In den Kugelsporangien (Gametangien) entstehen durch simultane Teilung zahlreiche eiförmige, flachgedrückte Gameten mit 2 gleichen Geißeln, ohne Stigma, bei denen in manchen Fällen eine Kopulation, die sich im wesentlichen in bekannter Form vollzieht, nachgewiesen wurde; sie können aber auch parthenogenetisch keimen. Die Gameten entschlüpfen durch ein rundes Loch oder eine verlängerte, halsähnliche Öffnung, und die kopulierenden Gameten sind einander völlig gleich. Die Stielsporangien (Zoosporangien, auch Hakensporangien genannt) sitzen auf einer hakenförmig gebogenen Trägerzelle und bringen eiförmige Zoosporen mit 4 gleichen Geißeln, aber ohne Stigma hervor. Die verschiedenen Zoosporentypen, ihre Funktion und Verteilung auf die einzelnen Sporangienformen, sind noch wenig bekannt. Vermehrungs-

akineten können entstehen, indem die vegetativen Zellen der Fäden durch die Verschleimung der Zwischenmembran frei werden und sich zu neuen Individuen entwickeln.

52 Arten, als Luftalgen auf Rinde, Blättern, Steinen usw. festsitzend, in allen Weltteilen. *Trentepohlia*-Arten können auch als Flechtengonidien auftreten. Von Flechtenhyphen angegriffene

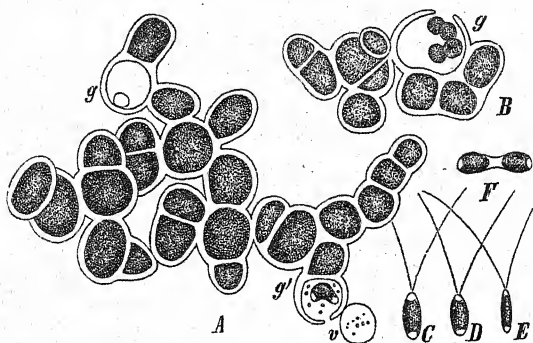


Fig. 170. *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Born. A Verzweigte Pflanze mit einem interkalaren, entleerten Gametangium (g), g' ist ein terminales Gametangium, das einen zurückgebliebenen Gameten umschließt, v ist eine Blase, die mit den Gameten gebildet wird; B Gametangium (g), 4 Gameten umschließend, welche nicht kopuliert haben, aber mit einer dünnen Membran umgeben sind; C, D Gameten von der Fläche gesehen; E Gamet von der Seite gesehen; F Kopulationsstadium. (Nach Wille, 330/1.)

Zellen werden nie haarförmig ausgebildet; z. B. *T. jolithus* (L.) Wittr., *T. aurea* (L.) Mart. und *T. umbrina* (Kütz.) Born.

Sekt. II. *Heterothallus* Hariot in Journal de Botanique, T. III (1890) 38. Die kriechenden Fäden bilden ein ± lockeres und reguläres Gewebe und tragen oft Sporangien. Die Zellen werden nicht haarförmig ausgebildet; z. B. *T. cyanea* Karst. wächst auf Blättern, *T. effusa* (Kremp.) Har., *T. depressa* (Müll. Arg.) Har.

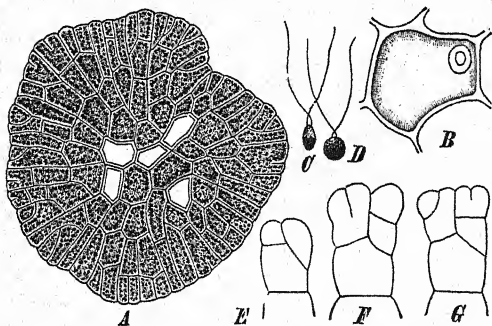


Fig. 171. *Phycopeltis epiphyton* Millard. A Mittelstarkes Individuum, 5 Zellen haben ihre Gameten entleert; B Gametangium; C Gamet, gleich nach dem Austritt; D derselbe einige Minuten später; E-G schematische Abbildungen, den Zuwachs der Randzellen zeigend. (Nach Millardet, A 300/1, B 900/1.)

[1891]). — Thallus epiphytisch, bildet eine einschichtige Zellfläche oder netzförmig verbundene, oft fächerförmig ausgebreitete Fäden ohne Haare oder Rhizoiden; nur kurze Glieder aus ein- oder mehrzelligen, unverzweigten Fäden können sich über die Scheibe erheben, um die Hakensporangien (Stielsporangien) zu tragen. Die Zellen enthalten Hämatochrom und haben orangegelbe, selten bläuliche Farbentöne. Die Chromatophoren sind ovale parietale Scheiben ohne Pyrenoide. Die Zoosporangien entstehen einzeln auf aufrechten, von der Zellscheibe direkt ausgehenden kurzen Stielen, die aus 2–6 Zellen bestehen, und werden von einer ± gebogenen Halszelle getragen und bilden nach dem

Trentepohlia-Fäden sind teilweise als besondere Flechtengattungen: *Racodium* E. Fries (= *Cystocoleus* Thw.) und *Coenogonium* Ehrbg. beschrieben worden. *T. jolithus* (L.) Wittr. (= *Chroolepus jolithus* [L.] Ag.) ist unter dem Namen »Veilchenstein« bekannt, welchen Namen die auf Steinen wachsende Art auf Grund ihres an Veilchen erinnernden Duftes erhalten hat. *T. aurea* (L.) Mart. nicht selten an feuchten Steinen, zwischen Moosen orangefarbige Polster bildend; *T. umbrina* (Kütz.) Born. auf Baumrinden, dient auch als Nährpflanze vieler Flechtenpilze.

Die Gattung kann in folgende 3 Sektionen eingeteilt werden:

Sekt. I. *Chroolepus* (C. A. Agardh, Syst. Alg., 1824, XXI — als Gattung!) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtr. zu I. Teil, Abt. 2 (1909) 94. Die kriechenden Fäden wenig hervortretend, ohne Zoosporangien. Die

Sekt. III. *Nylandera* (Hariot, l. c. 41 — als Gattung!) Wille, l. c. 94. Die Zellen können haarförmige, einzellige Auswüchse bilden. Nur *T. tentaculata* (Har.), *T. peruana* (Kütz.) (= *Bulbotrichia peruana* Kütz., *Nylandera peruana* [Kütz.] Har.) und *T. Lagerheimii* de Wild.

2. *Phycopeltis* Millardet in Mém. Soc. Sc. Nat. de Strasbourg, T. VI, 2 (1870) 48 (Fig. 171). (Inkl. *Phyllactidium* Kützling p. p., Spec. Alg. [1849]; *Chromopeltis* Reinsch, Contrib. ad Algol et Fungol. [1875] 73; *Hansgirgia* De Toni, Sur un genre nouveau (*Hansgirgia*) d'algues aérien. in Bull. Soc. R. Bot. de Belgique, XXVII [1888] 155; *Chroolepus* Karsten (non Agardh), Untersuch. über die Fam. der Chroolepideen in Ann. de Buitenzorg, Tom X

Abfallen mehrere eiförmige Zoosporen mit 2 Geißeln ohne Stigma. In der Zelloberfläche entstehen Gametangien, die nur wenig umgebildet sind und viele eiförmige Gameten mit 2 Geißeln ohne Stigma enthalten.

13 Arten, die meisten in den tropischen und subtropischen Wäldern, sowohl in der Alten wie in der Neuen Welt. Die einzige europäische Art ist *P. epiphyton* Millard., die grüne bis orange-gelbe Flecke auf den Nadeln von *Abies pectinata*, *A. Nordmanniana* und auf Blättern von Efeu, *Rubus*, *Leskea* und *Buxus* bildet.

Die Gattung kann folgendermaßen eingeteilt werden:

Sekt. I. *Euphycopeltis* Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag I, 2 (1909) 95. Der Thallus bildet eine ungefähr regelmäßige Zellscheibe; z. B. *Ph. epiphyton* Millard. in Europa, *Ph. arundinaceum* (Mont.) (= *Phylactidium arundinaceum* Mont., *Chromopeltis radians* Reinsch) in den Tropen sehr verbreitet.

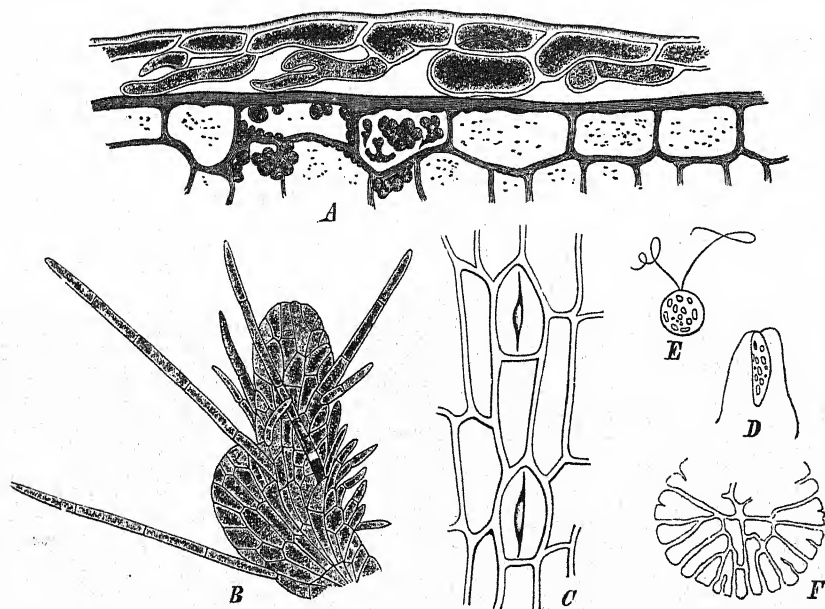


Fig. 172. *Cephaleuros virescens* Kunze. A Querschnitt durch die Epidermis von *Michelia fuscata* und eine Scheibe von *Cephaleuros*, Rhizoiden und ein junges Gametangium zeigend; B Teil einer Scheibe mit verzweigten Haaren, von oben gesehen; C Teil einer Scheibe mit 2 entleerten Gametangien; D junger Gamet; E älterer Gamet; F Teil einer jungen Scheibe, die bei der Keimung der Gameten entstanden ist. (Nach Ward.)

Sekt. II. *Hansgirgia* (De Toni in Bull. Soc. roy. bot. Belg., T. XXVII [1888] 155 — als Gattung!) Wille, l. c., 95. Thallus unregelmäßig, oft mit anastomosierenden Fäden auf der Unterlage verbreitet. *Ph. flabelligerum* (de Toni) Hansg. in den tropischen Wäldern Afrikas und Brasiliens, sowie in den europäischen Gewächshäusern; *Ph. irregulare* Schmidle und *Ph. polymorphum* Schmidle auf Samoa.

3. *Cephaleuros* Kunze in Weigelt, Surinam Exsic. (1827) (Fig. 169 und Fig. 172). (Inkl. *Mycoidea* Cunningh. in Transact. Linn. Soc. Ser. 2, Bot. Vol. I [1879] 312; *Phylloplax* Schmidle, Algolog. Notizen IX in Allgem. Bot. Zeitschrift Bd. V [1899] No. 1; *Weneda* Raciborski, Parasitische Algen und Pilze Javas I [1900] 4). — Der epiphytische oder parasitische Thallus bildet eine ein- oder mehrschichtige, aus verzweigten, unregelmäßig verflochtenen Fäden mit apikalem Wuchs bestehende, pseudoparenchymatische Scheibe oder Lager. Von diesem basalen Lager gehen aufrechte, meist unverzweigte, gegliederte Fäden empor, die bei den parasitischen Formen die Oberfläche des Wirtes durchbrechen und entweder in einem spitz auslaufenden Haare oder in Sporangien enden. Von der Unterseite des Thallus gehen bei den parasitischen Arten reich verzweigte einzellige Rhizoiden aus, die tief in das Zellgewebe der Wirtspflanze eindringen und dasselbe durchwuchern. Die Chromatophoren sind parietal, klein, scheibenförmig oder bestehen aus netz-

förmig verbundenen Chlorophyllbändern ohne Pyrenoid; sie werden oft von Hämatochrom vollständig überdeckt. 2 Sporangienformen vorhanden. Langgestielte Hakensporangien entstehen meist gehäuft an besonderen, auf der Oberfläche gebildeten Haaren und erzeugen 2geißelige Zoosporen. Die Kugelsporangien (Gametangien), die aus einer Umbildung früherer vegetativer Zellen hervorgehen, liegen in den Thallus eingesenkt und bilden zahlreiche Gameten mit 2 Geißeln.

13 Arten in den subtropischen und tropischen Urwäldern der Alten und Neuen Welt. Einige können als Flechtengonidien dienen.

Sekt. I. *Mycoidea* (Cunningh. in Transact. Linn. Soc. Bot., Vol. I [1879] 312 — als Gattung!) Wille in E. P., Nachtrag I, 2 (1909) 95. Thallus mit Haaren und Rhizoiden; die Hakensporangien an dem Ende der Sporangienträger. *C. virescens* Kunze (= *Mycoidea parasitica* Cunningh. = *Cephaleuros Mycoidea* Karsten) parasitisch an den Blättern von *Camellia*, *Eurya*, *Mangifera*, *Rhodo-*

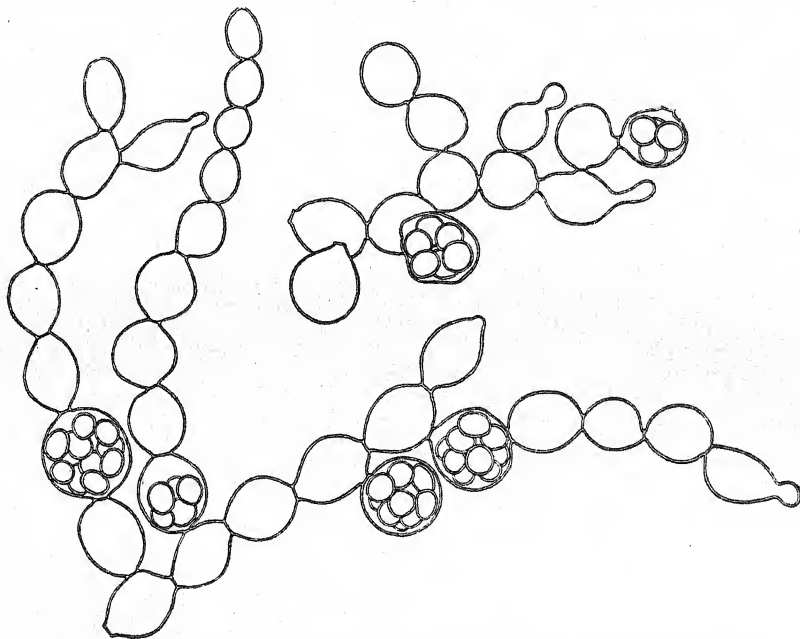


Fig. 173. *Physolinum monile* (de Wildem.) Printz. Thallustelle mit Aplanosporangien. (Nach H. Printz.)

dendron, *Thea*, *Croton* und *Filices* in den tropischen und subtropischen Wäldern von Ostindien, Japan, Afrika und Amerika.

Sekt. II. *Phylloplax* (Schmidle in Allg. Bot. Zeitschr., Bd. V [1899] 3 — als Gattung!) Wille l. c. 95 (inkl. *Weneda* Racib.). Thallus ohne Haare und Rhizoide; die Hakensporangien entstehen etagenförmig. *C. candelabrum* Schmidle in Ecuador, *C. purpurea* (Racib.) (= *Weneda purpurea* Racib.) in Java.

4. *Physolinum* Printz in Det Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skrifter (1920) 1921, S. 23 (Fig. 173). (*Trentepohlia* de Wildem. p. p., Sur quelq. formes du genre *Trentepohlia* in Compt. Rend. Soc. R. Bot. Belg. [1888] 186). — Der Thallus besteht aus niederliegenden oder aufrechten, unregelmäßig verzweigten, einreihigen Fäden, die aus gleichartigen kugeligen oder eiförmigen, aufgeblasenen Zellen gebildet werden. Es besteht kein Unterschied zwischen Hauptstamm und Verzweigungen. Der Zuwachs geschieht durch eine hefeartige Sprossung, indem die Zellen eine sich allmählich vergrößernde papillenartige Hervorwölbung bilden, die später, nachdem sie eine beträchtliche Größe erreicht hat, durch eine Zellwand von der Mutterzelle abgetrennt wird. Die jungen Tochterzellen können entweder terminal oder lateral entstehen. Interkalare oder Zellenzweitelungen überhaupt kommen bei dieser Gattung nicht vor. Zellwand dünn, glatt, hyalin. Chromatophor bandförmig, besteht in jeder Zelle aus 1 oder mehreren einfachen oder verzweigten Bändern mit aus-

gezacktem Rand; Pyrenoide fehlen. Bisweilen können die Chlorophyllbänder in mehrere kleine Chromatophorscheiben aufgelöst werden. Zellkern? Vermehrung durch kugelige oder ovale Aplanosporen, die zu 4—16 in kugelförmigen aufgeblasenen Aplanosporangien gebildet werden. Die Aplanosporangien können durch direkte Umbildung jeder beliebigen vegetativen Zelle entstehen, sowohl apikal wie lateral, einzeln oder reihenweise. Das Freiwerden der Aplanosporen geschieht durch Zerreißen der Muttermembran. Akineten nicht bekannt.

1 Art, *Ph. monile* (de Wildem.) Printz (= *Trentepohlia monile* de Wildem. = *Trentepohlia moniliformis* Karsten) an Baumstämmen, zwischen Moosen und Lebermoosen in den Tropen weit verbreitet.

Anhang.

Hauptsächlich auf Grund einer gewissen Ähnlichkeit mit *Physolinum*, besonders in der Vermehrungsweise, führe ich hier die folgende etwas rätselhafte und noch ziemlich unbekannte Gattung auf:

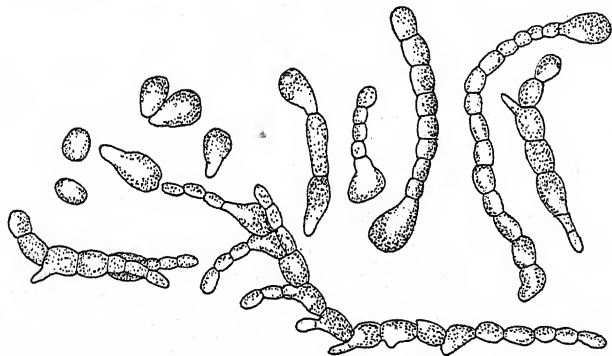


Fig. 174. *Pirula gemmata* Snow. Junge und ältere Einzelzellen aus verschiedenen Stadien der Fadenbildung und Akinetenabschnürung. (Nach J. W. Snow.)

Pirula Snow, Two epiphytic Algae in Bot. Gazette, Vol. 51 (1911) 363 (Fig. 174). (Inkl. *Heterogonium* Dangeard, Un nouveau genre d'algues in Bull. Soc. Bot. France, Bd. 58, Ser. 4 [1911] 309). — Einzellig oder infolge der Zellteilung kurze, zerbrechliche Fäden bildend. Die Zellen sind ei-birnförmig, bisweilen etwas unregelmäßig, mit dünner, aus Zellulose bestehender Membran. Der Chromatophor ist parietal, glockenförmig, nicht die ganze innere Zellwand ausfüllend, mit oder ohne Pyrenoid. In jeder Zelle meist 1, seltener mehrere, bis 8 Zellkerne. Vermehrung durch hefeartige Sprossung, indem die Zellen Ausstülpungen hervortreiben; die jungen Tochterzellen werden ziemlich früh von ihren Mutterzellen abgetrennt.

2 Arten. *P. gemmata* Snow zwischen epiphytischen Moosen und Lebermoosen von Guatemala, wird auch aus Kulturgläsern in der Schweiz angegeben. *P. salina* (Dang.) Printz (= *Heterogonium salinum* Dang.) in einer Kultur mit Meereswasser in Frankreich gefunden.

Wittrockiellaceae.

Mit 1 Figur.

Wichtigste Literatur: N. Wille, Algologische Notizen, XV. Über *Wittrockiella* n. gen. (Nyt Magazin f. Naturvidenskaberne, B. 47, Christiania 1909).

Merkmale. Thallus aus wenig verzweigten, mehrzelligen, aufrechten Fäden bestehend, deren Zellen einzellige, selten zweizellige Haare bilden können. Die Zellen sind vielkernig und haben einen grünen oder gelblichen, wandständigen, netzförmigen Chromatophor; sie enthalten unter Umständen orangefarbiges Öl. Vermehrung durch Akineten und Aplanosporangien.

Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

sporen, welche letztere zahlreich in Aplanosporangien entstehen. Zoosporen und Gameten fehlen.

Vegetationsorgane. Der Thallus wächst auf dem Erdboden, ist fadenförmig, aus kurzen, unverzweigten oder schwach verzweigten Zellfäden bestehend (Fig. 175 A), die aufgerichtet in einer flachen oder welligen Gallertmasse wachsen.

Die Zellen, besonders die an der Oberfläche der knorpeligen Gallertschicht, sind kugelförmig oder oval, zuweilen etwas unregelmäßig, während die in der Nähe des Substrats befindlichen Zellen gewöhnlich schmaler und mehr in die Länge gestreckt, zuweilen 2—4mal so lang als breit sind; unter Umständen gehen sie in langgestreckte Zellen über, die man fast Rhizoide nennen könnte.

Jede Zelle kann sich teilen, indem an jeder beliebigen Stelle, meistens jedoch an dem oberen Ende der Zelle, eine Ausbuchtung gebildet werden kann, die sich durch eine anfangs dünne Zellwand gegen die Mutterzelle abgrenzt. Interkalare Teilungen können auch unabhängig von der Verzweigung und dem Spitzenwachstum auftreten. Verzweigungen sind überhaupt selten, und die Zweige bestehen oft nur aus einer einzigen Zelle.

Die die Fäden umgebende Gallertmasse entsteht durch Umbildung der äußeren Zellwandschichten und ist oben von einer beinahe knorpeligen Konsistenz, nach unten in den dem Substrate näheren Partien hat sie eine beinahe grützige Konsistenz.

Die Zellwände werden mit zunehmendem Alter sehr dick und zeigen eine deutliche Schichtung, aber keine Poren. Die obersten Zellen können Haare bilden, die eine beträchtliche Länge erreichen können. Bei der Bildung dieser Haare werden die äußeren Zellwandschichten von den inneren durchbrochen, so daß sich eine hauptsächlich mit Zellsaft gefüllte Ausstülpung bildet; später grenzt diese sich durch eine exzentrisch liegende Querwand, die immer dünn bleibt, von der Mutterzelle ab (Fig. 175 B). Diese Haare sind beinahe immer einzellig, sehr selten kann sich eine Querwand bilden. Die Haare strecken sich aus der Gallerthülle heraus.

Die Verzweigungen, die nach unten wachsen, haben langgestreckte, dünne Zellen und bilden eine Art Rhizoiden.

Der Chromatophor ist wandständig, netzförmig, mit vielen Pyrenoiden. Im Wandplasma innerhalb des Chromatophors liegen mehrere Zellkerne (Fig. 175 C). In den Zellen können kleine Stärkekörner gefunden werden, hauptsächlich aber öltartige größere und kleinere Tropfen; diese letzteren sind in den inneren Teilen des Thallus grünlich gefärbt, in den äußeren dem Lichte ausgesetzten Zellen nehmen aber die Öltropfen ein goldglänzendes, orangefarbiges Aussehen an.

Ungeschlechtliche Vermehrungsorgane. Die neutrale Vermehrung geschieht durch Akineten und Aplanosporen.

Die Akineten entstehen dadurch, daß die oberen Zellen in den Fäden sich abrunden (Fig. 175 E), mit Inhalt füllen und durch teilweise Auflösung der äußersten Membranalzellen voneinander sich lösen; sie wachsen direkt zu Fäden aus.

Die Aplanosporangien werden von dem äußersten Glied eines Zweiges gebildet, von den Haarzellen abgesehen. Ihre Gestalt ist langgestreckt, oval, gerade, gekrümmt oder zuweilen unregelmäßig. Die Aplanosporen (Fig. 175 D) entstehen in großer Anzahl durch freie Zellbildung, indem das Protoplasma sich um die vorhandenen Zellkerne sammelt; diese einkernigen Protoplasmaportionen umgeben sich bald mit Wänden und sind anfangs infolge gegenseitigen Druckes in der Regel kantig. Die Aplanosporen werden frei durch Verschleimung der Aplanosporangienwandung, haben eine verhältnismäßig dünne Membran und stark lichtbrechenden Inhalt, in welchem einige wenige orangefarbige Tropfen und ein gelblicher Fleck, vielleicht der parietale Chromatophor, hervortreten. Es ist noch nicht sicher nachgewiesen, ob ein *Palmella*-Stadium bei der Keimung der Aplanosporen auftreten kann. Schwärmstadien fehlen ganz.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. Die einzige bekannte Art kommt in Norwegen und Nordamerika auf zeitweilig austrocknendem Erdboden mit verschiedenen Brackwasserschizophyceen zusammen vor.

Verwandtschaftsverhältnisse. Mit Hinsicht auf den inneren Bau der Zelle ähnelt diese Alge am meisten *Cladophora* durch den wandständigen netzförmigen Chromatophor mit vielen Pyrenoiden und durch die zahlreichen Zellkerne. Was dagegen den Bau der Zellwand, die orangefarbenen Öltropfen, die Verzweigung der Zellfäden und die Bildung von Akineten betrifft, so befindet die Alge sich in Übereinstimmung mit den Trentepohliaceen. Besonders scheint sie durch Mangel von Zoosporen und das Auftreten von Aplanosporen mit *Physolinum* verknüpft zu sein. Die Bildung und der Bau der Haare zeigt aber am meisten Ähnlichkeit mit dem einiger Chaetophoraceen-Gattungen. Unter solchen Um-

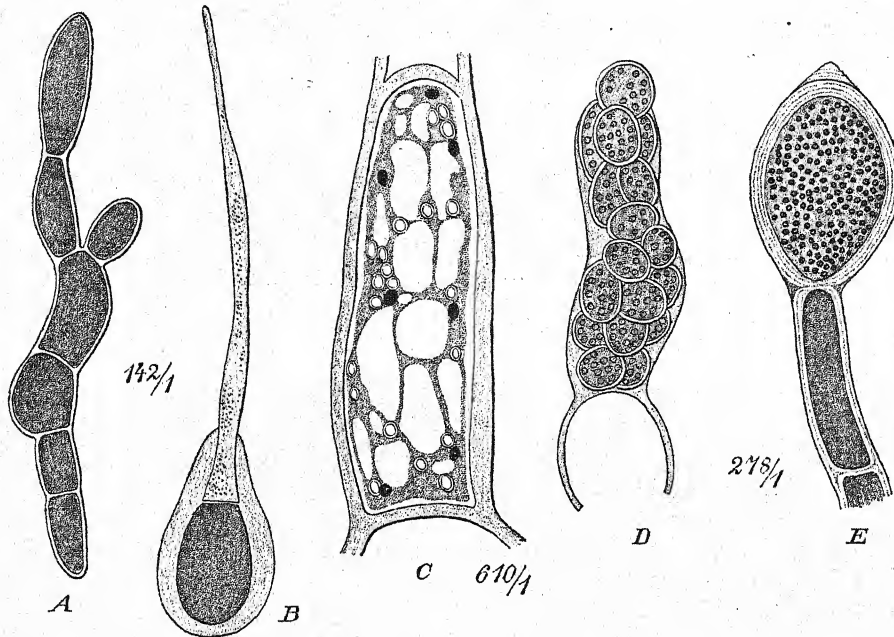


Fig. 175. A—E *Wittrockiella paradoxa* Wille. A vegetativer Faden mit kurzer Verzweigung; B keimender Akinete, welcher eine Haarzelle bildet; C eine fixierte Zelle mit netzförmigem Chromatophor, die Zellkerne dunkel, die Pyrenoide hell mit doppelter Kontur; D Aplanosporenbildung; E Akinetenbildung. (Nach N. Wille, A, B 142/1, C 610/1, D, E 278/1.)

ständen muß die Familie in die Ordnung *Chaetophorales* neben die Trentepohliaceen gestellt werden.

Einteilung der Familie.

Die Familie enthält nur eine Gattung 1. *Wittrockiella*.

1. *Wittrockiella* Wille in Nyt Magaz. f. Naturvidenskab., Bd. 47 (1909) 1—21 (Fig. 175 A—E). — Thallus aus aufrechten, wenig verzweigten, mehrzelligen Fäden bestehend, die von einer Gallerte umgeben sind. Die Zellfäden bilden an ihrer Basis mehrzellige Rhizoiden, an ihrer Spitze lange, dünne, am Grunde angeschwollene, meist einzellige Haare. Die Zellen sind vielkernig und besitzen einen wandständigen, netzförmigen Chromatophor von grüner oder gelblicher Farbe mit zahlreichen Pyrenoiden. Als Reservestoffe treten Stärke und fettes Öl auf; die stärker belichteten Zellen des Thallus enthalten orangegelbes Öl. Vermehrung durch Akineten und Aplanosporen; die letzteren entstehen in terminalen Aplanosporangien. Zoosporen und Gameten unbekannt. *Palmella*-Stadium?

Nur 1 Art: *W. paradoxa* Wille im Schlamm von Brackwässersümpfen im südlichen Norwegen und in Nordamerika.

Chaetopeltidaceae.

Mit 7 Figuren.

Wichtigste Literatur: G. Berthold, Unters. üb. Verzweig. einig. Süßwasseralgen (Nova Acta Acad. Leop. Carol., Bd. 40, Halle 1878). — G. Lagerheim, Bidrag till Sveriges Algflora (Öfversigt af Kgl. Vetensk. Akad. Förh., 1883, No. 2). — M. Möbius, Beitr. z. Kenntn. d. Algengatt. *Chaetopeltis* (Ber. deutsch. bot. Ges., B. 6, Berlin 1888). — K. Bohlin, *Myxochaete* (Bihang t. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, B. 15, Afd. III, No. 4, Stockh. 1890). — G. Lagerheim, *Gloeochaete* et *Schrammia* (La Nuova Notarisa, 1890). — G. Hieronymus, Über *Dicranochaete reniformis* (Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, B. 5, Breslau 1892). — A. Borzi, Alghe d'Acqua dolce della Papuasie (La Nuova Notarisa, Padova 1892). — H. Klebahn, *Chaetosphaeridium Pringsheimii* (Pringsheim's Jahrbüch. f. wiss. Bot., B. 24, Berlin 1892); Zur Kritik einig. Algengattungen (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., B. 25, Berlin 1893). — J. Huber, Contrib. à la Connais. des Chaetophorées, Paris 1892. — A. Borzi, Studi Algologici, Vol. II, Palermo 1895. — W. Schmidle, Einige Algen aus preussischen Hochmooren (Hedwigia, Bd. XXXVIII, 1899). — F. Collins, Algae of Jamaica (Proceed. of Americ. Academy of Arts and Sciences, Vol. 37, Boston 1901). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae, III (Journ. of Botany, Vol. 41, London 1903). — G. S. West, Alg. Not., IV (Journ. of Bot., 1911). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — W. J. Hodgetts, *Dicranochaete reniformis* Hieron. a Freshwater Alga new to Britain (The New Phytologist, Bd. XV, 1916). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — G. M. Smith, New or interesting Algae from the Lakes of Wisconsin (Bull. Torr. Bot. Club, Vol. 43, 1916). — A. A. Korschikoff, Contrib. à l'étude des algues de la Russie. Recherches algologiques aux environs de la station biologique »Borodinskaja« pendant l'été 1915, Petrograd 1917. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — L. Geitler, Der Zellbau von *Glaucocystis Nostochinearum* und *Gloeochaete Wittrockiana* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 47, 1924).

Merkmale. Der Thallus besteht aus epiphytischen, flachen, pseudoparenchymatischen Zellscheiben, ± lose verbundenen oder vereinzelt, meist deutlich dorsiventralen Zellen mit soliden, unverzweigten oder verzweigten Membranborsten mit oder ohne Scheiden. Den Zellen fehlt Hämatochrom. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen mit 2 oder 4 Geißeln. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von gleichgestalteten Gameten mit 2 Geißeln.

Vegetationsorgane. Alle Chaetopeltidaceen sind Wasserpflanzen, und zwar wachsen alle mit Ausnahme der freischwimmenden *Nordstedtia* epiphytisch an anderen Algen oder höheren Wasserpflanzen.

Der Thallus ist meistens mehrzellig, bei *Diplochaete* und *Dicranochaete* aber einzellig, und besteht aus einer ein- bis mehrschichtigen Zellscheibe (*Chaetopeltis*) oder aus ± verzweigten kurzen Zellfäden, deren Zellen ± lose verbunden sein können. Bei *Chaetosphaeridium* teilt sich die Zelle horizontal, wonach die untere Tochterzelle sich seitlich wendet und als ein Schlauch hervorwächst, um sich an dem kugelig erweiterten Ende durch eine Querwand abzutrennen; der Thallus besteht somit aus kugeligen, inhaltsreichen Zellen, welche durch lange inhaltsarme Schläuche verbunden sind. Bei *Nordstedtia* ist der Thallus kugelig, freischwimmend und besteht aus kurzen, dichotomisch verzweigten Zellreihen. Bei *Chaetopeltis*, wo der Thallus aus einer flachen Zellscheibe besteht, zeigt die Entwicklung, daß die Scheibe nicht durch Verwachsung einzelner Fäden entsteht, wie oftmals angegeben worden ist, sondern durch unregelmäßige Zellteilungen in allen Richtungen auf einer Ebene gebildet wird.

Der Thallus kann ganz von Gallerte umgeben sein, oder nur die äußere Schicht der Außenwand kann gallertig werden. Die Zellen sind meistens ± abgerundet, bei *Dicranochaete* und *Diplochaete* flachgedrückt, bei *Chaetosphaeridium* aber teils beinahe kugelig, teils zylindrisch. Die Zellmembran ist abgesehen von den Membranhaaren glatt, nur bei *Dicranochaete* stehen an der Oberfläche entweder unregelmäßig oder in 2 ziemlich regelmäßigen, konzentrischen Kreisen 24–30 winzige, kegelförmige, spitze Protuberanzen. Die Zellen tragen 1 bis mehrere Membranhaare, die zuletzt kein Protoplasma enthalten, aber solide oder von Gallerte gefüllt sind. Bei *Dicranochaete* entstehen diese Haare aus dem hyalinen Vorderende der Zoospore, diese wächst zu einem Protoplasmafaden aus, der, während die

Zelle selbst sich auch mit einer Membran umgibt, eine Gallerthülle ausscheidet; beim Weiterwachsen an der Spitze kann er sich verzweigen. Wenn das Wachstum des Haares abgeschlossen ist, schließt sich die Gallerthülle an der Spitze über dem Plasmafaden zusammen, der plasmatische Inhalt zieht sich aus der Borste in den Zellkörper zurück, und der so entstandene Raum wird ebenfalls mit Gallerte ausgefüllt.

Bei den übrigen Gattungen können 1 bis mehrere solche Haare an den ausgebildeten Zellen entstehen; bei der Bildung werden bisweilen 1 oder 2 äußere Membranschichten durchbrochen und umgeben dann an der Basis die Membranhaare als 1 oder 2 Scheiden. *Dicoleon* hat eine solche doppelte Scheide an der Basis der Borsten, eine längere innere Scheide und eine kürzere äußere; bei *Conochaete* tragen die Zellen mehrere Borsten, die aus einer dicken, \pm gallertartigen Scheide emporragen.

Die Zellen enthalten einen Zellkern und meistens eine ganze oder bei *Chaetopeltis* unregelmäßig durchbrochene, parietale Chlorophyllplatte mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Abweichend sind *Conochaete* und *Chaetosphaeridium ovale* mit 1—2 wandständigen Chlorophyllplatten und 1—2 Pyrenoiden und *Nordstedtia* mit einem zentralen, sternförmig-lappigen Chromatophor mit 1 Pyrenoid.

Ungeschlechtliche Vermehrungsorgane. Die Zellen können sich bei den meisten Gattungen durch Teilung vermehren; nur bei *Dicranochaete* und *Diplochaete* haben die vegetativen Zellteilungen aufgehört. Bei den Gattungen: *Chaetopeltis*, *Chaetosphaeridium*, *Conochaete*, *Dicranochaete* und der im Anhang erwähnten Gattung *Gloeochaete* sind Zoosporen bekannt; diese entstehen in den wenig umgebildeten vegetativen Zellen in einer Anzahl von 2—8 und entschlüpfen, oft von einer Gallerthülle umgeben, durch ein Loch oder werden dadurch frei, daß sich ein Deckel öffnet (*Dicranochaete*). Die Zoosporen sind eiförmig und haben 2 (*Dicranochaete*) oder 4 (*Chaetopeltis*) gleichlange Geißeln und Stigma. Diese wachsen direkt zu neuen Fäden aus.

Akineten und Aplanosporen sind nicht bekannt.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nur bei *Chaetopeltis* bekannt. Die Gameten entstehen zu 4—8 in den wenig veränderten Scheibenzellen und treten durch einen Riß in der oberen Membran aus, zuerst sind die Gameten von einer Blase eingeschlossen, nach dem Platzen der Blase schwärmen sie aus und kopulieren. Die Gameten sind breit eiförmig mit 2 gleichen Geißeln und Stigma. Die Keimung der Zygoten ist unbekannt.

Geographische Verbreitung. Mit Ausnahme von *Diplochaete*, die auf Meeresalgen epiphytisch wächst, sind alle Süßwasserarten. Die Arten sind übrigens noch wenig bekannt, weil sie oft mit *Coleochaete* oder *Aphanochaete* verwechselt sind; einige Gattungen kommen vielleicht in allen Weltteilen vor, andere haben eine enge Verbreitung, z. B. *Polychaetophora* und *Oligochaetophora*, die bisher nur in England und Irland gefunden wurden.

Nordstedtia und *Dicoleon* sind auch nur von wenigen Lokalitäten bekannt, während *Chaetosphaeridium* ziemlich häufig vorkommt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Es ist schwer zu sagen, ob diese Familie einen einheitlichen Ursprung hat und also als eine natürliche bezeichnet werden kann. *Dicranochaete* wird meistens zu den *Protococcaceae* gerechnet, weil diese Alge einzellig ist und nur durch Zoosporen sich vermehrt; ich finde es aber richtiger, diese Gattung als eine weiter reduzierte *Conochaete* aufzufassen, die die vegetative Zellteilung ganz verloren hat. Betreffend die Stellung von *Gloeochaete* sind die Auffassungen auch sehr verschieden; von einigen wird diese Alge zu den *Glaucophyceae* Bohlin gerechnet. Es werden aber für *Gloeochaete* Zoosporen angegeben, und ich stelle sie deshalb, obschon mit Zweifel, zu dieser Familie. Die übrigen Gattungen dürfen wohl am besten als reduzierte *Chaetophoraceae* angesehen werden, die, durch die epiphytische Lebensweise veranlaßt, allmählich einen abweichenden Bau angenommen haben. Von Oltmanns werden deshalb die meisten Gattungen, doch unter Zweifel, zu den *Chaetophoraceae* gerechnet. Sie sind alle gut charakterisiert durch die Membranborsten, die wohl als stark reduzierte Zellhaare aufzufassen sind, obschon die physiologische Bedeutung dieser Haarbildungen noch unbekannt ist.

Die hierhergerechneten Formen sind noch so ungenügend bekannt, daß es kaum zweckmäßig ist, ihre Phylogenie näher zu erörtern.

Einteilung der Familie.

- A. Borsten am Grunde nicht von einer Scheide umgeben I. Chaetopeltidaceae.
 a. Thallus oder Einzelzelle epiphytisch festsitzend.
 α. Thallus eine feste Zellscheibe aus eckigen Zellen bestehend 1. Chaetopeltis.
 β. Zellen fast kugelig oder elliptisch zu kleinen losen Kolonien vereinigt.
 I. Zelle mit 8—12 Borsten 2. Polychaetophora.
 II. Zelle mit 2—4 Borsten 3. Oligochaetophora.
 γ. Thallus meist einzellig, bisweilen durch Gallerte lose verbunden.
 I. Zelle mit verzweigter Borste, Süßwasserbewohner 5. Dicranochaete.
 II. Zelle gewöhnlich mit 2 opponierten Membranborsten, die ein wenig verjüngt sind, Meeresbewohner 4. Diplochaete.
 b. Thallus kugelig, freischwimmend 6. Nordstedtia.
 B. Borsten am Grunde von 1 oder 2 Scheiden umgeben . . . II. Chaetosphaeridieae.
 a. Zellen mit mehreren Borsten 9. Conochaete.
 b. Zellen mit einer Membranborste.
 α. Borste am Grunde von 2 Scheiden umgeben 7. Dicoleon.
 β. Borste am Grunde mit einer Scheide 8. Chaetosphaeridium.

I. Chaetopeltidaceae.

Borsten am Grunde nicht von einer Scheide umgeben.

1. **Chaetopeltis** Berthold in Act. Acad. Leop. Halle (1878) 40 (Fig. 176) (non *Chaetopeltis* [Tassi] Sacc. Inkl. *Bertholdia* Lagerheim und *Bertholdiella* Klebahn, Über *Chaetosphaeridium* in Pringsheims Jahrbücher für wissenschaft. Botanik, Bd. 24 [1892] 277, Anm.; *Myzochaete* Bohl in Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 15, Afd. III, No. 4, Stockh.

1890). — Thallus epiphytisch, bildet eine ± abgerundete, ein- oder teilweise mehrschichtige flache Scheibe ohne Rhizoide und haftet mit seiner ganzen Unterseite fest. Die Zellwand ist außen gallertig ohne oder mit 1—2 Membranborsten ohne Scheide. Die Zellen enthalten einen Zellkern und eine parietale, unregelmäßig durchlöchernte Chlorophyllplatte mit einem Pyrenoid. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Hämatochrom fehlt. Zoosporen entstehen durch sukzessive Teilungen, 2—8 in den wenig umgeänderten mittleren Zellen des Thallus, sind breit eiförmig mit 4 Geißeln und Stigma. Sie sind anfänglich in einer Blase eingeschlossen. Die Gameten entstehen zu 4—8 in den wenig veränderten Zellen, sind kurz eiförmig, haben 2 Geißeln und Stigma.

2 Arten im Süßwasser an Wasserpflanzen und Algen haftend: *Ch. orbicularis* Berth. (inkl. *Ch. minor* Möb.) und *Ch. barbata* (Bohl.) (= *Myzochaete barbata* Bohl.).

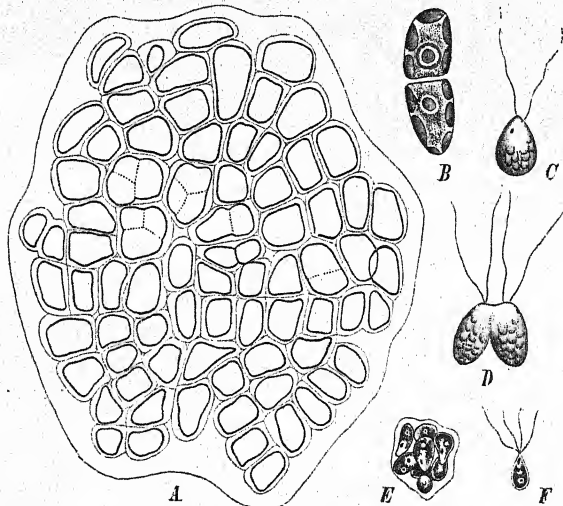


Fig. 176. *Chaetopeltis orbicularis* Berth. A ein größerer, regelmäßig entwickelter Thallus, die punktierten Linien geben die Zellteilungen bei der Gametenbildung an; B 2 Zellen, Chromatophoren und Zellkerne zeigend; C Gamet; D Kopulationsstadium; E Schwärmsporen, eben erst aus dem Zoosporangium ausgetreten und noch von einer Blase umgeben sind; F freie Schwärmspore. (A—D nach Möbius, A 550/1, B 700/1, C und D 950/1; E, F nach Berthold, 540/1.)

2. **Polychaetophora** W. et G. S. West in Journ. of Bot., Vol. 41 (1903) 79 (Fig. 182 A). (*Diplochaete* Collins p. p., The Green Algae of N. Amer. in Tufts College Studies, Vol. II, No. 3 [1909] 278.) — Zellen beinahe kugelig ellipsoidisch oder eiförmig, einzeln oder häufiger 2—6 zu einem fast fadenförmigen Thallus lose verbunden. Zellwand sehr dick und sehr auffällig verdickt geschichtet. Jede Zelle mit 8—12 langen, gebogenen, einfachen, zarten

Borsten ohne Scheide, die meist aus den Seiten, aber auch aus dem Rücken der Zelle heraustreten. Die Zelle enthält einen scheibenförmigen, hellgrünen Chromatophor ohne (?) Pyrenoid. Das Assimilationsprodukt ist Stärke (oder Öl?). Vermehrung durch Teilungen in 2 Richtungen. Schwärmzellen sind unbekannt.

Nur 1 Art, *P. lamellosa* W. et G. S. West (= *Diplochaete lamellosa* [W. et G. S. West] Collins) im Süßwasser in Europa und Amerika.

Anm. Die Verwandtschaft dieser Gattung läßt sich nicht sicher feststellen, weil die Entwicklungsgeschichte noch unbekannt ist. Ich vermute, daß die Gattung am besten in die Nähe von *Gloeochaete* gestellt werden kann.

3. Oligochaetophora G. S. West in Journ. of Bot., Vol. 49 (1911) 89 (Fig. 177). (Inkl. *Polychaetophora* W. et G. S. West p. p., Some Critical Green Algae in Journ. Linn. Soc. Bot. XXXVIII [1908] 279, Tab. 20, Fig. 1—6; *Diplochaete* Collins p. p., The Green Algae of N. Amer. in Tufts College Studies, Vol. II No. 3, [1909] 278). — Epiphytisch. Zellen fast kugelig oder eiförmig, zu kleinen Kolonien lose verbunden. Zellwand sehr dünn und homogen. Jede Zelle mit 2—4 langen gebogenen Borsten versehen, die sehr zart und von keiner Scheide umgeben sind. Sie werden nur von der Rückenseite der Zelle gebildet. Ein wandständiger Chromatophor mit 2 oder 3 kleinen Stärkekörnern.

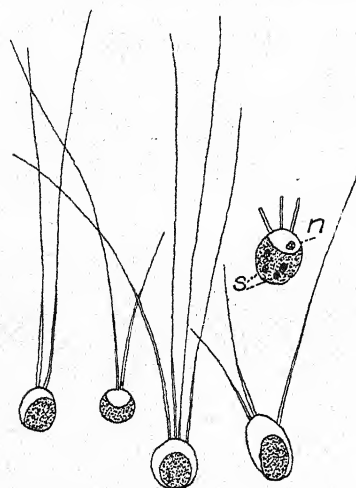


Fig. 177. *Oligochaetophora simplex* G. S. West. n = Nukleus, s = Stärke.
(Nach G. S. West, 330/1.)

1 Art, *O. simplex* G. S. West (= *Polychaetophora simplex* G. S. West = *Diplochaete simplex* [G. S. West] Collins) epiphytisch an untergetauchten Wasserpflanzen in Europa und Amerika.

4. Diplochaete Collins in Proceed. Amer. Acad. of Arts and Sc., Vol. 37 (1901) 370

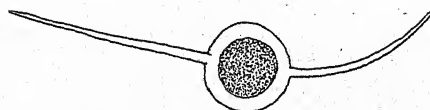


Fig. 178. *Diplochaete solitaria* Collins.
(Nach F. D. Lambert, 400/1.)

(Fig. 178). — Thallus epiphytisch, aus einer einzigen oder aus wenigen, durch Gallerte fadenförmig und lose vereinigten, sehr dickwandigen, kugeligen oder flachgedrückten Zellen bestehend. Die Zelle hat gewöhnlich 2 opponierte Membranborsten ohne Scheide, die von der unteren Seite nahe der Kante ausgehen, gerade oder leicht gebogen und ein wenig verjüngt sind. Chromatophor parietal, einzeln (mit Pyrenoid?). Die Entwicklungsgeschichte ist unbekannt.

1 Art: *D. solitaria* Collins, epiphytisch an *Laurencia* im Meereswasser bei Jamaika.

5. Dicranochaete Hieronymus in Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. 5 (1892) 369 (Fig. 179). — Pflanze einzellig, festsitzend, mit 1 (selten mehr) feinen, oft ziemlich langen, dichotom verzweigten Borste versehen, die aus Gallerte besteht. Die Borste kann entweder vom Rücken oder von der Basis der Zelle entspringen. Form der Zellen fast kugelig oder halbkugelig, abgeflacht auf der Unterseite. Membran relativ dick, fest oder mehr schleimig, oft geschichtet. Auf dem Scheitel befinden sich bei einer Art zahlreiche winzige, kegelförmige, spitze Höcker, entweder in unregelmäßiger Anordnung oder in 2 konzentrischen Kreisen. Der Chromatophor ist gewöhnlich eine runde, halb hohlkugelig oder uhr-glasförmig gewölbte Scheibe mit 1 bis mehreren (oder ohne?) Pyrenoiden. Bei der Bildung der Zoosporen kontrahiert sich der Inhalt und umgibt sich mit einer neuen Gallertmembran. Zellkern und Inhalt zerfallen durch wiederholte Teilungen in 8 bis 24 Zoosporen, die 2 lange Geißeln, 1 roten Augenfleck, 1 Vakuole und 1 Chromatophor besitzen und ohne Kopulation amöboid werden, sich festsetzen und zu einer vegetativen Zelle auswachsen. Vegetative Teilungen der Zelle finden nicht statt.

2 Arten, *D. reniformis* Hieronymus und *D. britannica* G. S. West an *Sphagnum* und anderen Moosen, Holzstücken, Steinen usw., besonders in höhergelegenen Mooren in Europa und Nordamerika.

6. *Nordstedtia* Borzi in Nuova Notarisia (1892) 50. — Thallus freischwimmend aus einer kugeligen Gallertmasse, die dichotomisch verzweigte Fäden enthält, bestehend; die

Zweige sind einzellig, und die Zellen sind kugelig mit einem zentralen, sternförmigen, lappigen Chromatophor mit 1 Pyrenoid und einer langen, aus der Gallerte weit hervorragenden Membranborste, die keine Scheide, aber am Grunde eine kleine und kurze Verdickung besitzt.

Nur 1 Art, *N. globosa* Borzi, Süßwasseralge von der Insel Woodlark in der Nähe von Neuguinea. Nur wenig bekannt und sehr zweifelhaft.

II. Chaetosphaeridieae.

Borsten am Grunde mit einer einfachen oder einer doppelten Scheide versehen.

7. *Dicoleon* Klebahn in Pringsh. Jahrb., Bd. 25 (1893) 310 (Fig. 180). (*Aphanochaete* Nordst. p. p., Freshwater Algae New Zealand and Australia in Bihang till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. XXII,

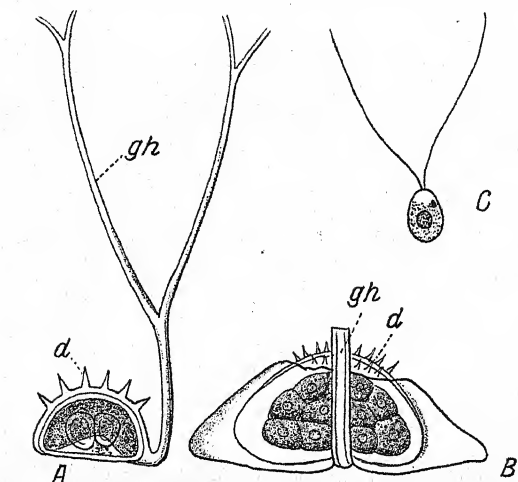


Fig. 179. *Dicranochaete reniformis* Hieronymus. A Zelle mit verzweigter Gallertborste; B in Zoosporenbildung; C Zoospore, d Deckel, gh Gallerthaar. (Nach G. Hieronymus, 1170/1.)

No. 8 [1888] 15). — Thallus epiphytisch aus mehreren in halbkugeligen oder kugeligen Schleimmassen liegenden, verzweigten Fäden bestehend. Die kriechenden Fäden mehrzellig mit einzelligen, aufrechten Zweigen. Die Zellen beinahe kugelig, auf dem Rücken mit einer

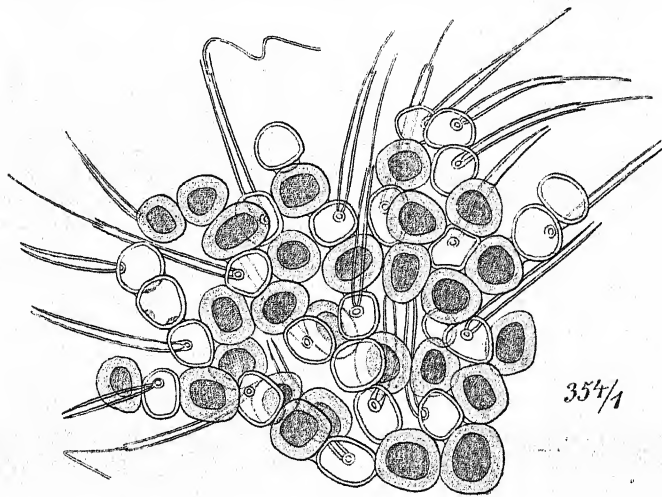


Fig. 180. *Dicoleon Nordstedtii* Klebahn. (Nach H. Klebahn, 354/1.)

Membranborste, welche an der Basis von 2 Scheiden, von denen die innerste lang, die äußerste sehr kurz ist, umgeben sind. Über Zellstruktur und Vermehrung ist nichts bekannt.

Nur 1 Art, *D. Nordstedtii* Klebahn (*Aphanochaete globosa* forma paulo major Nordst.) in Neuseeland und epiphytisch an *Nostoc pachydermaticum* Gain, *Tolypella* sp. und verschiedenen Algenfäden in moorigen Tümpeln auf Kerguelen, auf *Typha* usw. in Norwegen.

8. **Chaetosphaeridium** Klebahn in Pringsh. Jahrb., Bd. 24 (1892) 276 (Fig. 181 A, B). (*Aphanochaete* Nordst. p. p., Freshwater Algae New Zealand and Australia in Bihang till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. XXII, No. 8 [1888] 15; *Herposteiron* Nordst., p. p., De Algis aquae dulcis et Characeis Sandvicensibus edidit Reg. Soc. Physiograph. Lundensis [1878] 23, Tab. II, Fig. 22—23). — Thallus epiphytisch, mehrzellig, aus \pm lose verbundenen, bisweilen von Gallerte umgebenen Zellen. Die Zellen kugelig oder halbkugelig, an der Oberseite mit einer langen, soliden und homogenen Membranborste an einen erweiterten, basalen Teil befestigt. Die Zellen bisweilen alle gleichförmig rundlich, bisweilen durch \pm entwickelte, dazwischenliegende, zylindrische, inhaltsleere Schläuche verbunden. Die Zellen haben einen Zellkern und 1 oder 2 wandständige, plattenförmige Chromatophoren, je mit einem Pyrenoid. Die Zellteilungen können horizontal stattfinden, wodurch die untere Tochterzelle sich seitlich wendet und als Schlauch weiterwächst, um sich am kegelförmig erweiterten Ende durch eine Querwand abzutrennen. Die Zoosporen entstehen zu 4 in jedem Zoosporangium. Gameten sind unbekannt.

3 Arten, *Ch. globosum* (Nordst.) Klebh. (= *Herposteiron* [Aphanochaete] globosa Nordst.) und *Ch. minus* Hansg. (= *Ch. Pringsheimii* Klebh.), epiphytisch an Wasserpflanzen und Algen im stehenden Süßwasser in Europa, Asien, Nordamerika und Australien. *Ch. ovale* Smith in Nordamerika.

9. **Conochaete** Klebahn in Pringsh. Jahrb., Bd. 25 (1893) 315 (Fig. 182 D). (*Aphanochaete* subgen. *Polychaete* Nordst. p. p., Freshwater Algae New Zealand and Australia in Bihang till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. XXII [1888] 6). — Der Thallus besteht aus mehreren, in halbkugeligen oder kugeligen Gallertmassen liegenden Zellen, welche nicht Fäden bilden. Bei der Teilung in 2 Richtungen werden die Tochterzellen von den erweiterten Membranen der Mutterzelle umgeben, bald aber durch Schleimmassen getrennt. Die Zellen sind dorsiventral mit mehreren soliden Membranborsten, die aus kegelförmigen Scheiden entspringen, enthalten einen zentralen Zellkern und 1—2 wandständige Chromatophoren mit 1—2 Pyrenoiden, aber mit Öl in dem basalen Teil der Zelle. Die Zoosporen entstehen zu 4—8 in den oft vergrößerten Zellen und schwärmen aus einem Loch in dem dorsalen Teil der Zellwand aus.

3 Arten epiphytisch an Algen und Moosen im Süßwasser. *C. comosa* Klebh. und *C. polytricha* (Nordst.) Klebh. (= *Aphanochaete polytricha* Nordst. p. p.) aus Neuseeland, *C. Klebahnii* Schmidle aus Europa bekannt.

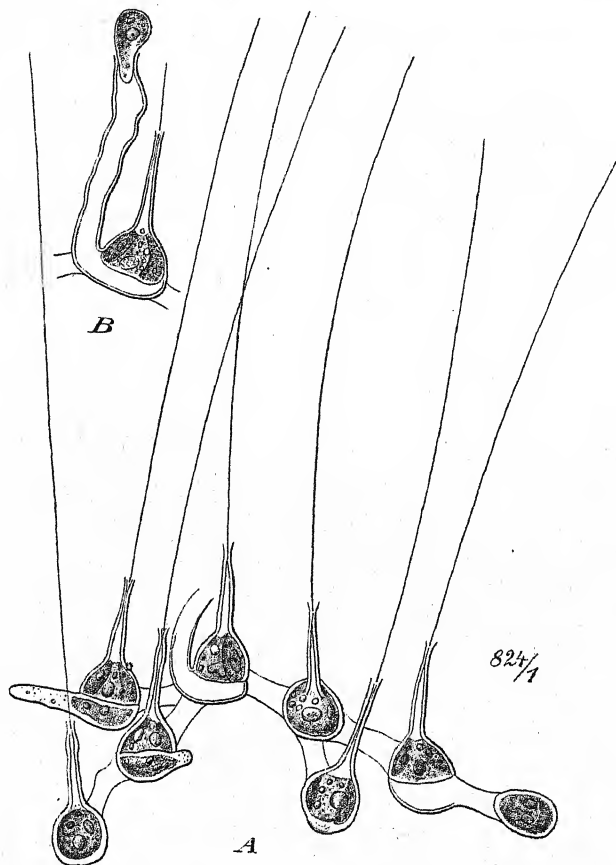


Fig. 181. *Chaetosphaeridium minus* Hansg. A ein großes Individuum; B Ausschlüpfen einer Zoospore (?). (Nach H. Klebahn, 824/1.)

Anhang.

1. *Gloeochaete* Lagerh. in Öfversigt af Kgl. Vetensk. Akad. Förhandlingar, No. 2 (1883) 39 (Fig. 182 B, C). (Inkl. *Schrammia* Dangeard in Le Botaniste Ser. I, Fasc. 4, 161; *Cyanochaete* Gobi [1892]). — Zellen kugelig oder beinahe oval, vereinzelt oder zu 2—8 durch Gallerte zu Kolonien vereinigt, mit je 1—4 einfachen oder verzweigten Gallertborsten. Der Chromatophor besteht aus kurzen, schwach gekrümmten Stäbchen, etwa von der Gestalt eines *Spirillum*s, in jeder Zelle ein Pyrenoid (?) und ein großer Zellkern.

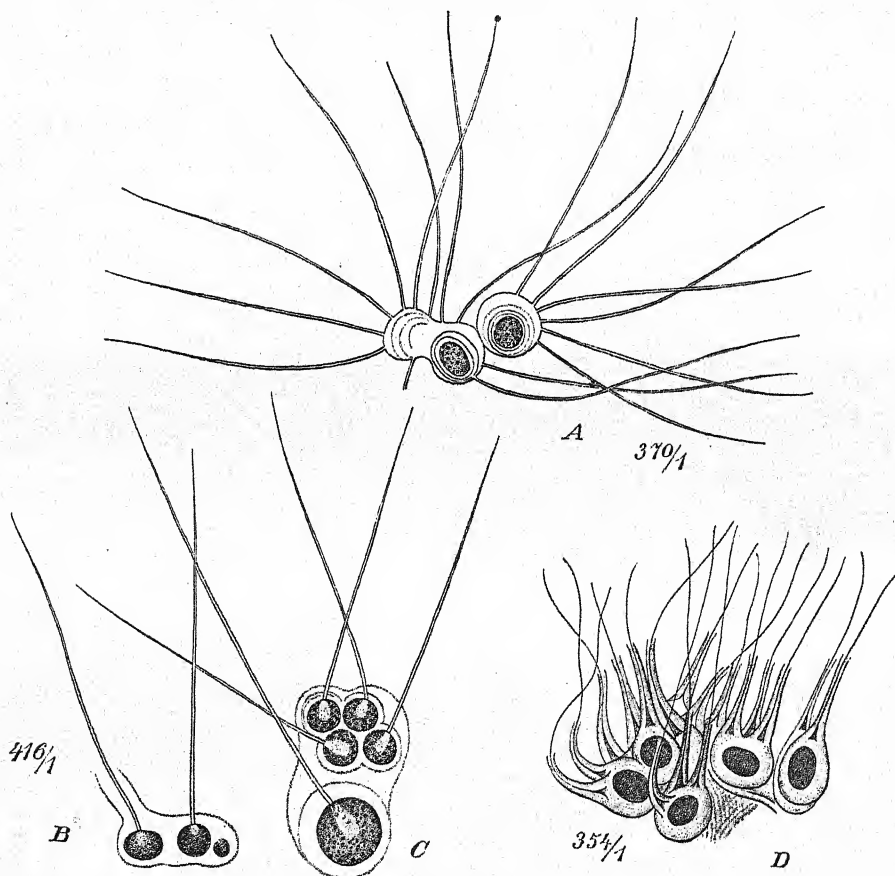


Fig. 182. A *Polychaetophora lamellosa* W. et G. S. West. — B, C *Gloeochaete Wittrockiana* Lagerh. — D *Comochaete comosa* Klebh. (A—C nach G. S. West, A 370/1, B, C 416/1, D nach H. Klebahn 354/1.)

Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Bei der Teilung der Zelle in 2 Richtungen des Raumes erhält jede von den 2 oder 4 Tochterzellen eine Membranborste von der Mutterzelle, die zweite wird neu gebildet. Die Zoosporen entstehen einzeln aus einer Mutterzelle und haben oval-zylindrische Form. Geißeln?

Nur 1 Art, *G. Wittrockiana* Lagerh. (inkl. *G. bicornis* Kirchn. und *Schrammia barbata* Dang.) in stehendem, süßem Wasser in Europa, epiphytisch an Wasserpflanzen.

An m. Diese Gattung wird von einigen Verfassern in die Nähe der *Bangiaceae* (Schmitz), von anderen zu den *Glaucophyceae* (Bohlin) oder zu den *Chroococcaceae* (G. S. West) gestellt; ohne weitere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen läßt sich die Frage nicht sicher entscheiden. Man könnte auch an eine Verwandtschaft mit *Tetraspora* denken, etwa mit *Apiocystis*, wenn man eine Reduktion der Zoosporen annimmt (Geitler).

Aphanochaetaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. Braun, Betracht. üb. die Erschein. d. Verjüngung in d. Natur, Freiberg 1849/50. — J. Huber, Contrib. à la conn. des Chaetophorées (Ann. sc. nat., Ser. 7, Bot., T. 16, Paris 1892); Sur l'*Aphanochaete repens* (Bull. Soc. bot. de France, T. 41, Paris 1894). — F. E. Fritsch, Observations on spec. of *Aphanochaete* (Annals of Botany, T. 16, Lond. 1902). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — A. Pascher, Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. Oltmanns, Morph. u. Biol. d. Algen, B. I, 2. Aufl., Jena 1922.

Merkmale. Thallus epiphytisch, aus kriechenden, wenig und unregelmäßig verzweigten Fäden bestehend. Die Zellen tragen auf der Rückseite einzellige Haare. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen mit 4 Geißeln und Aplanosporen. Geschlechtliche Fortpflan-

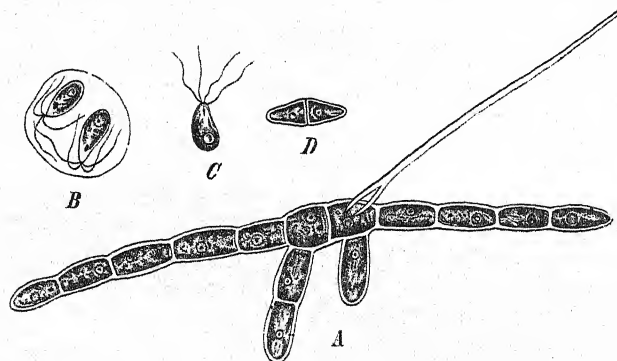


Fig. 183. *Aphanochaete repens* A. Br. A Junges Individuum, auf Glas kultiviert; B Zoosporen, welche soeben ausgetreten und noch von ihrer Blase umgeben sind; C freie Zoospore; D eine 1 Tag alte Keimpflanze. (Nach Berthold, 540/1.)

zung durch Vereinigung großer, wenig beweglicher Oosphären mit kleinen Spermatozoiden; Oosphären sowohl wie Spermatozoiden haben 4 Geißeln.

Vegetationsorgane. Die einzige sichere Art, *Aphanochaete repens* A. Br., wächst epiphytisch an größeren Süßwasseralgen. Der Thallus besteht aus einem kriechenden Faden von wenigen Zellen; dieser Faden kann beinahe unverzweigt sein oder hat kurze, unregelmäßige Verzweigungen an der einen oder an beiden Seiten. In der Kultur können sich auch bisweilen kurze, aufrechte, zuletzt spiralig eingerollte Zweige entwickeln. Die ausgewachsenen Zellen sind an der Bauchseite flach, an der Rückseite sphärisch mit 1—5 einzelligen hyalinen, an der Basis zwiebelartig angeschwollenen, langen Haaren; die Haare sind einzellig und werden schon frühzeitig von der Trägerzelle durch eine Wand abgetrennt. Sie sind sehr zerbrechlich, und werden besonders leicht an der Basis abgebrochen, so daß nur die Stümpfe zurückbleiben und leicht eine Scheide vortäuschen können. In abnormen Kulturen können bisweilen statt der Haare kurze Auszweigungen gebildet werden. Die Zellen enthalten einen parietalen, scheibenförmigen Chromatophor mit 1—2 Pyrenoiden und einen zentralen Zellkern; in den Haaren scheint kein Chromatophor zu sein.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Die Gattung vermehrt sich vegetativ durch Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporen entstehen zu 1—2—4 in den etwas vergrößerten, aber sonst wenig umgebildeten vegetativen Zellen; in den kriechenden Fäden entstehen die Zoosporangien meistens in der Mitte, in den aufgerichteten Zellen aber auch in den Endzellen. Die Zoosporen treten durch eine Öffnung in der Rückenwand des Zoosporangiums aus und sind zuerst von einer Blase umgeben (Fig. 183 B und C); die Form und Größe ist sehr variabel, sie sind meistens eiförmig bis kugelig, tragen 4 Geißeln und meistens an der Mitte ein Stigma; im vorderen Ende haben sie 2 kontraktile Vakuolen

und im hinteren Ende einen Chromatophor mit 1 Pyrenoid und bisweilen Öltropfen oder Stärkekörnern. Bei der Keimung der Zoosporen befestigen sie sich mit dem vorderen Ende, platten sich ab und wachsen meistens in 2 entgegengesetzten Richtungen zu einem Thallus aus (Fig. 183 D). In einem Falle, bei *Aphanochaete Pascheri*, ist eine ganz auffallende amöboide Bewegung derselben nachgewiesen worden (Pascher).

Die Aplanosporen entstehen bei der Kultur in etwas mehr konzentrierten Nährlösungen. Die Zoosporen schlüpfen dabei nicht aus dem Zoosporangium aus, umgeben sich aber mit einer inneren Membran und werden Aplanosporen. Diese werden frei durch Auflösung der Mutterzellmembran und können bei der Keimung Häufchen von kleinen Zellen bilden, die sich weiter teilen. Andere Zellen vergrößern sich und bringen durch Knospung ein Stadium hervor, das zwar nicht so ausgeprägt ist, aber doch eine gewisse Ähnlichkeit mit dem bei *Chaetonema* bekannten besitzt.

Geschlechtliche Fortpflanzung. In der Mitte der Zellfäden entwickeln sich große, leicht erkennbare Zellen zu Oogonien (Fig. 184 A), die viel Stärke und einen großen Öltropfen

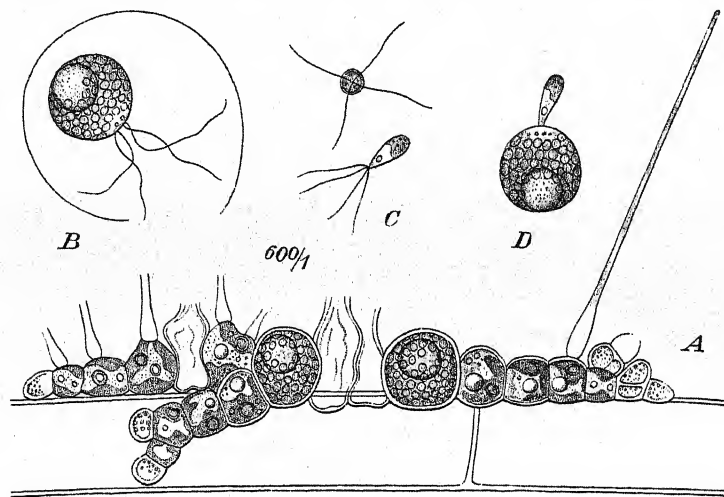


Fig. 184. *Aphanochaete repens* A. Br. A Geschlechtsreife Pflanze; B Oosphäre; C Spermatozoiden; D Befruchtung. (Nach J. Huber, 600/1.)

enthalten; es entsteht in jedem ein großer, runder, ♀ Schwärmer mit 4 Geißeln, welcher, von einer Blase umgeben (Fig. 184 B), austritt; das Vorderende des ♀ Gameten ist farblos und feinkörnig. Nach kurzer Bewegung kommt er zur Ruhe, zieht die Geißeln ein und bildet eine Oosphäre, die dann erst befruchtet wird. Die Spermatozoiden entstehen meistens in den äußersten Auszweigungen der kriechenden Fäden, die kleine, helle Zellen darstellen; in jedem Antheridium entstehen 1—2 kleine Spermatozoiden (Fig. 184 C), die eiförmig sind, am Vorderende 4 Geißeln und eine (zwei?) Vakuole, am Hinterende einen reduzierten Chromatophor tragen. Die Spermatozoiden treten in einer bald sich auflösenden Blase aus dem Antheridium heraus, suchen die zur Ruhe gekommenen Oosphären auf, und ein Spermatozoid dringt am farblosen Vorderende ein (Fig. 184 D).

Parthenogenesis kann vielleicht vorkommen, indem die Oosphäre ohne Befruchtung keimen kann; sie bildet dann ein wenigzelliges Pflänzchen, welches bald Sexualorgane bildet. Wie dies endgültig aufzufassen sei, ist jedoch noch nicht sicher festgestellt.

Die Keimung. Die Zygote umgibt sich nach der Befruchtung zunächst mit einer doppelten Membran, wird durch Öltropfen rötlich oder gelblich gefärbt, die Chromatophoren verblassen, und sie macht ein Dauerstadium durch. Die Keimung ist noch nicht beobachtet.

Geographische Verbreitung. Weil die *Aphanochaete repens* A. Br. mit so vielen teilweise zu anderen Gattungen gehörenden Arten verwechselt worden ist, läßt sich ohne neue Untersuchungen über die Verbreitung mit Sicherheit nur sagen, daß diese Art in Europa, Asien und Nordamerika vorkommt.

Verwandtschaftliche Verhältnisse. Es ist kaum daran zu zweifeln, daß *Aphanochaete* eine Mittelstufe zwischen *Chaetophoraceae* und *Coleochaetaceae* einnimmt. Die Eibefruchtung bei *Aphanochaete* ist auch deshalb interessant, weil sie so deutlich den Übergang von der Gametenbefruchtung zu der typischen Eibefruchtung mit ganz unbeweglicher ♀ Oosphäre darstellt. Chodat hat gefunden, daß in Kulturen bisweilen die Haare durch Äste ersetzt werden können, was eine Verwandtschaft mit den Chaetophoraceen noch wahrscheinlicher macht.

Einteilung der Familie.

Die Familie umfaßt nur 1 Gattung 1. *Aphanochaete*.

1. *Aphanochaete* A. Braun, Verjüngung i. d. Natur (1849) 196 (Fig. 183 A—D und Fig. 184 A—D). (Inkl. *Herposteiron*, Nägeli p. p. in Kützing, Species Algarum [1849] 423). — Der Thallus wächst epiphytisch an anderen Algen und bildet einen kriechenden, unverzweigten oder ± unregelmäßig verzweigten Faden. Die Haare sind einzellig, an der Basis zwiebförmig angeschwollen, durch eine Scheidewand gegen die Trägerzelle abgegrenzt und stehen zu 1—6 an der Rückseite jeder Zelle. Die Zoosporen entstehen zu 1—4 in jedem Zoosporangium und haben 4 Geißeln. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist oogam. In jeder mittleren Zelle kann ein großer kugelförmiger, ♀ Schwärmer mit 4 Geißeln entstehen, dieser tritt aus dem Oogonium heraus und kommt nach kurzer Bewegung zur Ruhe. Die Spermatozoiden entstehen zu 1—2 in kleinen Zellen an den letzten Auszweigungen. Sie haben 4 Geißeln und sind eiförmig. Die Zygote macht ein Ruhestadium durch.

Nur 1 Art, *A. repens* A. Br. (= *Herposteiron confervicolum* Nägl., *H. repens* [A. Br.] Wittr., *H. Braunii* Nägl., *H. Bertholdii* Hub.) kommt epiphytisch an größeren Süßwasseralgen wie *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Mougeotia* u. a. in Europa, Asien und Nordamerika vor. Nach West ist die Gattung *Gonatoblaste* mit *Aphanochaete* zu vereinigen.

Anm. Was die folgenden Arten betrifft: *Aphanochaete hyalothecae* Hansg. (= *Herposteiron hyalothecae* Hansg.), *A. pilosissima* Schmidle, *A. polychaete* (Hansg.) Fritsch (*Herposteiron polychaete* Hansg.), *Aphanochaete Pascheri* Heering, *Herposteiron crassisetum* W. et G. S. West und *H. globiferum* Hansg., so scheint es mir zur Zeit unmöglich, sicher zu entscheiden, ob sie nur Formen von *Aphanochaete repens* A. Br. darstellen, selbständige *Aphanochaete*-Arten sind oder vielleicht teilweise zu anderen Gattungen gerechnet werden müssen.

Coleochaetaceae.

Mit 3 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. de Brébisson, Description de deux nouveaux genres d'Algues fluviatiles (Ann. d. sc. nat., Sér. 3, T. 1, Botan., Paris 1844). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum, III, 1868, S. 388—390. — N. Pringsheim, Beitr. z. Morph. u. Systemat. d. Algen, III, Die Coleochaeten (Pringsheims Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 2, Berlin 1860). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 6—10. — L. Jost, Beitr. z. Kenntn. d. Coleochaeten (Bericht deutsch. bot. Ges., B. 13, Berlin 1895). — F. Oltmanns, Entw. d. Sexualorgane bei *Coleochaete pulvinata* (Flora, B. 85, Marburg 1898). — R. Chodat, Etudes de biologie lacustre. *Coleochaete pulvinata* (Bull. herb. Boiss., 1898). — Ch. E. Allen, Keimung d. Zygote b. *Coleochaete* (Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 23, Berlin 1905). — A. Ursprung, Eine optische Erscheinung bei *Coleochaete* (Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1905). — J. F. Lewis, Notes on the Morphology of *Coleochaete Nitellarum* (The John Hopkins univ. circular, 1907). — F. D. Lambert, An unattached zoosporic form of *Coleochaete* (Tufts Coll. Stud., III, 1910). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922.

Merkmale. Der Thallus ist stets festsitzend, polsterförmig oder scheibenförmig und besteht aus dichotomisch verzweigten, oft pseudoparenchymatisch vereinigten Zellreihen. Die Zellen enthalten nur 1 Zellkern. Die vegetativen Zellen bringen je 1 Zoospore hervor, die ± eiförmig ist und an dem vorderen Ende 2 Geißeln hat. Befruchtung von Eizellen, welche einzeln in den Oogonien gebildet werden, die sich flaschenförmig mit einem Halse öffnen. Spermatozoiden entstehen in den Antheridien nur einzeln, sie sind kugelförmig und haben 2 Geißeln. Die Oospore wird während des Reifens von einem Rindengewebe umgeben und entwickelt bei ihrer Keimung 16—32 Zellen, die dann in ihrem Innern je 1 Karpozoospore bilden.

Vegetationsorgane. Der Thallus sitzt immer an anderen Algen oder an im Wasser befindlichen Gegenständen fest; er ist sehr variabel von scheibenförmig durch alle Übergänge zu polsterförmig und hat eine Ausgestaltung erfahren, die mit der Differenzierung der Gattungen unter den *Chaetophoraceae* völlig konform geht. Er hat entweder keine bestimmte Form, ist unregelmäßig verzweigt mit kriechenden oder aufrechten Ästen (*Coleochaete divergens* Pringsh.), oder er ist polsterförmig und besteht aus dichotomisch verzweigten Zellreihen (*C. pulvinata* A. Br.), die im allgemeinen von einer gemeinsamen Gallertmasse umgeben sind, oder scheibenförmig und wird von kriechenden, radiär verlaufenden, verzweigten, nachträglich zusammengewachsenen Zellfäden gebildet (*C. soluta* Pringsh.), oder auch er besteht aus einer ursprünglich ischichtigen, festen Scheibe mit Randwachstum (*C. scutata* Bréb.); in den beiden letzten Fällen haftet er mit seiner ganzen Unterseite fest. Bisweilen ist der Thallus endophytisch, dringt in die Membran von Nitellen und unberindeten Charen ein und hat dieser Lebensweise zufolge eine entsprechende Modifikation erfahren (*C. Nitellarum* Jost). Die vegetativen Zellen können je nach den Umständen eine verschiedene Form haben, sind aber im allgemeinen isodiametrisch oder etwas lang ge-

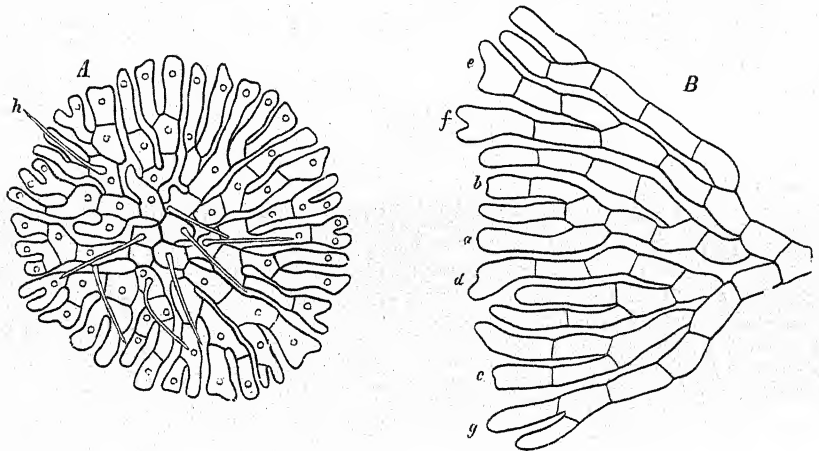


Fig. 185. *Coleochaete soluta* Pringsh. A Eine ungeschlechtliche Pflanze; B Stück einer solchen Scheibe; die Buchstaben a–g zeigen die fortschreitende Dichotomie der Endzellen. (Nach Pringsheim, 250/1.)

streckt; nur die Scheitelzellen der Äste, die bei den scheibenförmigen Arten von den Randzellen dargestellt werden, sind teilungsfähig. Rhizoidbildungen fehlen. Die Verzweigungen können entweder durch seitliche Auswüchse von älteren Zellen oder durch dichotomische Teilung der Scheitelzelle des Astes (Fig. 185 A, B) entstehen. Auf fast jeder Zelle (mit Ausnahme der von *C. nitellarum*) entsteht durch zapfenartige Ausstülpungen der Membran eine Borste. Diese wird von den durchbrochenen äußeren Lagen der Membran deutlich scheidenförmig umgeben, und der obere Rand der Scheide ist oft abstehend. Die Borsten werden dementsprechend nur von der innersten Membranschicht gebildet; sie stehen mit dem Zellinhalt in dauernder Verbindung und werden nicht durch eine Scheidewand abgetrennt. Die Borsten brechen leicht ab und sind demnach auf älteren Stufen häufig offen. Die Zellen enthalten nur 1 annähernd zentral gelegenen Zellkern und haben 1 scheibenförmigen, wandständigen Chromatophor, der beinahe die ganze Zelle bedeckt und 1, selten 2 scharf sichtbare Pyrenoide enthält.

Ungeschlechtliche Vermehrung. Zoosporen können von jeder beliebigen vegetativen Zelle gebildet werden, bei gewissen Arten (z. B. *C. pulvinata* A. Br.) werden sie aber, wenn auch nicht ausschließlich, so jedoch vorzugsweise, von den Endzellen gebildet. Der Beginn der Zoosporenbildung macht sich in den Mutterzellen, die übrigens in ihrer Form nicht von den anderen Zellen des Thallus abweichen, besonders dadurch bemerklich, daß der Chromatophor auffällig an die Seiten- resp. Längswand rückt. Die Zoosporen entstehen stets nur in Einzahl in jeder Mutterzelle und treten durch ein rundes Loch in einer kurzen, vorgewölbten Papille aus, sind eiförmig, haben 1, nicht wie gewöhnlich am Hinterende

liegenden, sondern seitenständigen, ziemlich stark nach vorn geschobenen Chromatophor, tragen am vorderen Ende 2 Geißeln, ermangeln aber des roten Augenpunktes. Die Zoosporen wachsen direkt zu neuen Pflanzen aus, aber die weitere Entwicklung ist nicht überall gleich. Bei *C. scutata* Bréb. z.B. geschieht dies dadurch, daß die junge erste Zelle sich durch eine horizontale Wand in 2 Teile teilt, von denen der obere sich niemals wieder teilt, sondern ein Haar entwickelt (Fig. 186 5, 6), während der untere durch 2 kreuzweise Teilungen in eine 4zellige Scheibe (Fig. 186 6) zerlegt wird. Diese beginnt bald ein Randwachs-

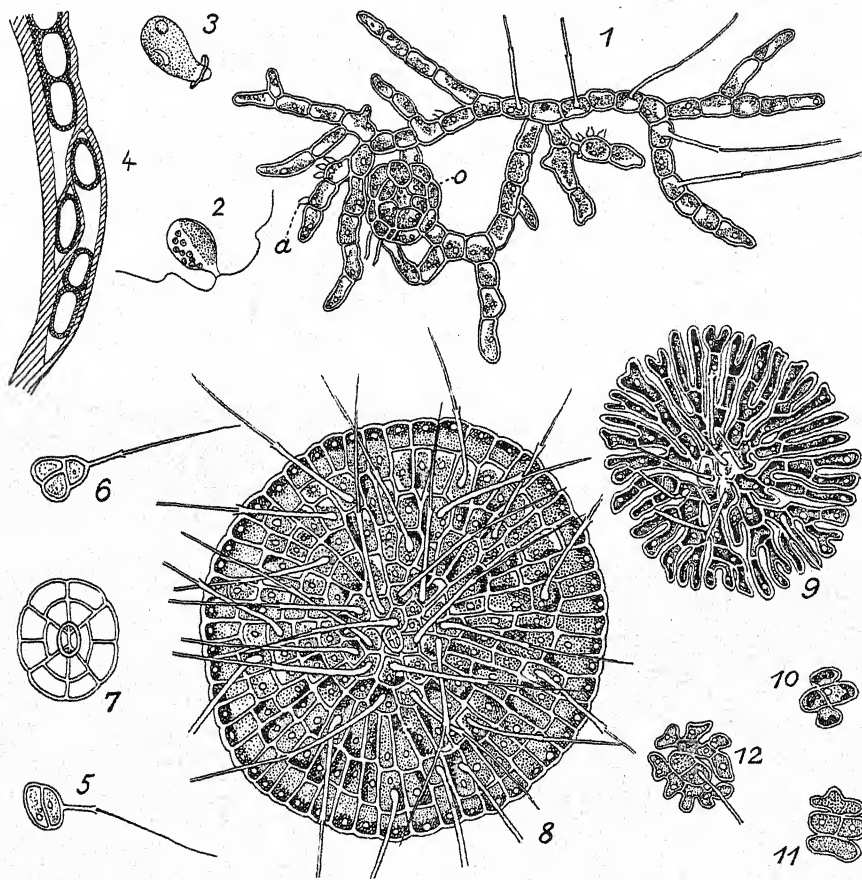


Fig. 186. 1 *Coleochaete divergens* Pringsh.; a Antheridien, o Oogonien. — 2—4 *C. nitellarum* Jost; 2 eine Zoospore; 3 Eindringen derselben in die Wand von *Nitella*; 4 Querschnitt der Membran von *Nitella* mit *Coleochaete*-Faden. — 5—8 *C. scutata* Bréb. 5, 6 Keimlinge von der Seite gesehen; 7, 8 ein junger und ein älterer Thallus von oben gesehen. — 9—12 *C. soluta* Pringsh. Verschiedene Stadien in der Keimung und Entwicklung des Thallus. (Nach Pringsheim und Jost aus Oltmanns.)

tum durch perikline und antikline Wände und erzeugt damit den kreisförmigen Ischichtigen Thallus (Fig. 186 7). Die zur Ruhe gekommene Zoospore bei *C. soluta*, *C. pulvinata* u. a. teilt sich erst durch eine senkrechte Wand in 2 nebeneinander liegende Zellen, welche das morphologische Zentrum der künftigen Scheibe bilden und von denen nahe der Querwand, aber an verschiedenen Seiten je 1 Papille hervorwächst (Fig. 186 10), die sich durch eine Querwand abgrenzt und dann die Mutterzelle des künftigen Zuwachses bildet. Die Papillen wachsen rechts und links (Fig. 186 11, 12) um die beiden primären Zellen herum und bilden, indem sie sich mit den Spitzen berühren, einen Ring (Fig. 186 12). Letzterer ist inzwischen mehrzellig geworden und entsendet seinerseits die in radiärer Richtung auswachsenden Fäden der Sohle. Die Zoosporen der *C. divergens* Pringsh. (Fig. 186 1) u. a. liefern direkt

verzweigte Fäden, manche Arten aber bilden erst ein kleines 2- bis wenigzelliges Scheibchen, aus welchem später aufrechte Fäden hervorgehen. *C. nitellum* Jost stellt eine endophytische Art dar, deren Zoosporen sich an *Nitella* und anderen unberindeten Charen festsetzen und einen Schlauch treiben, welcher die Membran an beliebiger Stelle spaltet (Fig. 186 3). Die entstehenden Fäden wuchern dann in der Wandung, indem sie Lamellen von derselben abheben. Einige Arten können im vegetativen Zustand bis zur nächsten Vegetationsperiode ruhen; die Zellwände werden dann dicker und können inkrustiert und gefärbt werden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Eibefruchtung und zeigt eine hohe Entwicklungsstufe. Die Thalli können entweder monözisch oder diözisch sein. Die Oogonien entstehen durch Umbildung der Endzellen der Äste und demnach bei den scheibenförmigen Arten (z. B. *C. scutata* Bréb. und *C. orbicularis* Pringsh.) aus den Endzellen einer radialen Reihe, welche Zellen ihr Längenwachstum einstellen, wodurch die Oogonien in die gleiche Zone zu liegen kommen. Die Nachbarzellen des Fadens, der das Oogonium bildet, wachsen weiter, so daß die Oogonien allmählich in der Scheibe eingeschlossen werden. Nach bestimmter Zeit treten an dem neuen Rande wieder Oogonien auf, und sie liegen daher in einem oder mehreren konzentrischen Kreisen. Die Oogonien stellen flaschenförmige Zellen mit langem Hals oder eiförmige Zellen ohne Hals dar.

Die Entwicklung der Oogonien kann bei den verschiedenen Arten eine etwas verschiedene sein, doch findet sie in der Hauptsache wie bei *C. pulvinata* A. Br. statt. Sie werden durch Anschwellen der Endzellen kurzer Zweiglein gebildet, in deren Nähe auch oft Antheridien stehen. Später freilich erscheinen sie häufig seitlich inseriert, weil ihre Tragzelle einen Ast bildet, der sie beiseite schiebt. Im reifen Zustande stellen sie einen flaschenförmigen Körper mit recht langem Halse dar (Fig. 187 *og.*); letzterer ist mit farblosem Plasma gefüllt, ein Chromatophor liegt an der Basis des Ganzen und nahe dabei der relativ große Zellkern. Die Öffnung erfolgt durch Aufquellen der Spitze des Haares (*og* rechts in Fig. 187 *A*), und gleichzeitig tritt ein farbloser Schleim aus, während der chlorophyllgrüne Teil des Protoplasmas sich zur Eizelle abrundet. — Die Antheridien entstehen bei den scheibenförmigen Arten (z. B. *C. scutata*) aus beliebigen Zellen der Scheibe, die sich wiederholt teilen und je 1 Spermatozoid hervorbringen; bei den verzweigten Arten (z. B. *C. pulvinata*) dagegen entwickeln gewisse terminale Zellen 2—3 farblose Ausstülpungen (Fig. 187 *A*), die sich von der Mutterzelle durch eine Querwand abgrenzen. Unter dieser sproßt dann ein kurzer Fortsatz hervor, welcher ebenfalls abgeschnürt wird. Das wiederholt sich mehrmals, und so entsteht ein System verkürzter Sprosse — ein Antheridienstand. Jede farblose Einzelzelle ist ein Antheridium. Sie sind flaschenförmig und bilden je 1 Spermatozoid, daß durch Auflösung der Wand an der Spitze frei wird. Die Spermatozoiden (Fig. 187 *A*, *z*) sind oval oder rund und haben 2 Geißeln, aber keinen Chromatophor. Die Spermatozoiden bei *C. scutata* sind jedoch grün. Bald nach der Befruchtung wird eine Wand quer über der Basis des Oogoniumhalses gebildet, und die so entstandene Zygote (Oospore) wächst noch erheblich. Es beginnen nun allmählich von der Zelle, welche das Oogonium trägt, und auch von benachbarten Zellen aus, Ästchen hervorzuwachsen, die sich dicht an das Oogonium anlegen (Fig. 187 *A*, *og*) und durch ihre Verzweigungen alle Zwischenräume ausfüllen, so daß zuletzt eine kontinuierliche, pseudoparenchymatische Rindenschicht entsteht (Fig. 187 *B*, *r*), welche sich rot oder rotbraun färbt. Bei *C. scutata* und den anderen Arten mit flachem, geschlossenem Thallus, welchem aufrechte Fäden fehlen, ragen die Oogonien halbkugelig über die Thallusfläche heraus, und bei diesen wird nur der hervorstehende Teil der Oosporen berindet. — An der Grenze der Rinde und der Oospore entsteht später eine dicke braune Membran, die aus den Hüllzellen der Rinde und Oospore gleichzeitig gebildet wird. Diese braune Membran besteht danach aus zwei Lamellen verschiedener Ursprungs. Ist der derbe Mantel gebildet, sterben, jedenfalls bei *C. pulvinata*, die Hüllzellen ab, und die Zygotenfrucht überwintert.

Die Keimung. Wenn die Keimung nach einer längeren Ruheperiode beginnt, erhält die Zygote allmählich einen frischeren, grünen Farbenton, und nach vorausgegangener Kernteilung bildet sich zuerst eine Querwand senkrecht zur Hauptachse des einstigen Oogoniums. Dann treten mehrere Längswände auf, welche Oktanten bilden, und letztere zerfallen durch weitere Teilungen in 8—16 keilförmige Zellen in jeder Kugelhälfte. Nach Vollendung der Teilungen reißt die Zygote etwa in der Gegend der Querwand auf, und aus jeder der Zellen

tritt eine Zoospore hervor, die aber nicht mit den früher erwähnten vegetativen ganz gleichwertig ist und deshalb meist Karpozoospore genannt wird. Nach Heering, Oltmanns u. a. sind diese Karpozoosporen den vegetativen Zoosporen im Aufbau völlig gleich, nach West dagegen sollen sie sich sehr sowohl durch Form wie Befestigung der Geißeln von diesen unterscheiden. Die Karpozoosporen keimen unmittelbar und liefern neue Thalli.

Nach der Annahme von Pringsheim folgen mehrere Generationen von kleinen Individuen aufeinander, die sich nur asexuell vermehren, bis eine Generation von Geschlechtspflanzen erzeugt wird. Diese Annahme eines gesetzmäßigen Generationswechsels trifft aber kaum zu, da dieselbe Pflanze zuerst vegetative Zoosporen und dann Geschlechtsorgane hervorbringen kann. Solche Zwergkeimlinge sind später von Lambert gesehen worden, werden aber von Oltmanns bei *C. pulvinata* nicht erwähnt.

Allen zeigte, daß die erste Teilung in der Zygote eine heterotypische, die zweite eine homöotypische ist. Schon beim ersten Teilungsschritt wird also die Zahl der Chromo-

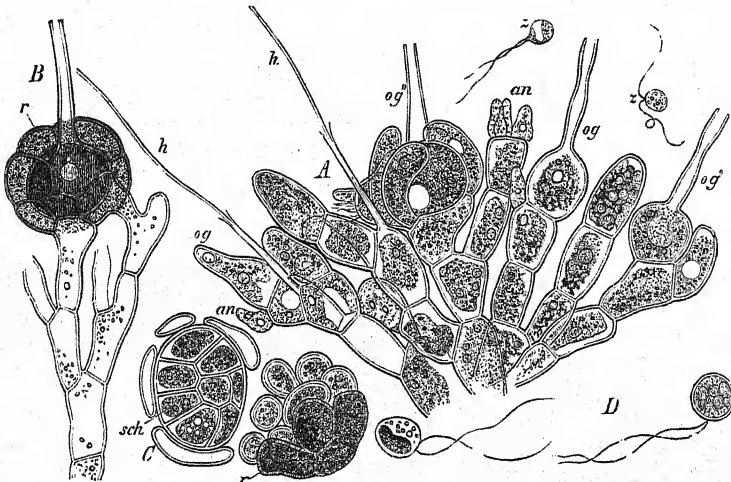


Fig. 187. *Coleochaete pulvinata* A. Br. A Teil einer geschlechtlichen Pflanze, h Haare, og junge Oogonien, og'' ältere Oogonien, an Antheridien, z Spermatozoiden; B reifes, berindetes Oogonium; C keimende Oospore, in deren Zellen die Schwärmsporen gebildet werden; D Karpozoospore. (Nach Pringsheim, 280/1.)

somen reduziert. So stellt allein die Zygote die diploide Phase dar. Nicht nur der Gametophyt, sondern auch ein erheblicher Teil des Sporophyten sind haploid.

Geographische Verbreitung. *Coleochaete* ist in süßem Wasser epiphytisch an Wasserpflanzen oder an untergetauchten Gegenständen, an Schneckenschalen usw. wohl über die ganze Welt verbreitet. *C. nitellarum* Jost vegetiert in der Membran von *Nitella* und anderen unberindeten Charen fast wie eine *Endoderma*. Die Bildung der Zoosporen ist gewöhnlich auf den Frühling und die ersten Sommermonate beschränkt, während die Geschlechtsorgane erst im Herbst gebildet werden, aber diese Zeiten werden sehr von äußeren Faktoren, wie Meereshöhe, geographische Breite usw. beeinflusst. Die Zygoten ruhen im Winter und keimen im nächsten Frühling.

Verwandtschaftsverhältnisse. *Coleochaete* steht von allen *Chaetophorales* am höchsten und schließt sich den *Aphanochaetaceae* am nächsten an. Der Entwicklungsgang ist vielfach mit dem der Moose verglichen worden, indem wir Pflanzen haben, welche zunächst ungeschlechtliche Vermehrungsorgane erzeugen, dann aber zur Sexualität schreiten (etwa wie *Marchantia*); diese kann man ungezwungen als Gametophyten ansprechen, die Zygote und die aus ihr hervorgehenden Schwärmer wären dann der Sporophyt. Ob dies aber eine Verwandtschaft mit den Moosen dartut, ist zweifelhaft, um so mehr, als die Kernverhältnisse etwas andere sind. Die Chromosomenreduktion soll ja schon in der Zygote bei der ersten Teilung eintreten, und die bei der Keimung entstehende Pflanze kann deshalb nicht als homolog mit der Mooskapsel angesehen werden. Mit den Florideen haben die Coleochaetaceen selbstverständlich keine genetische Verbindung.

Einteilung der Familie.

Die Familie umfaßt nur 1 Gattung 1. Coleochaete.

1. **Coleochaete** Bréb. in Ann. sc. Nat., Paris, Sér. III, 1 (1844) 29 (Fig. 185—187). (Inkl. *Phyllactidium* Kützing p. p., Species Algarum [1849] 424). — Der Gattungscharakter ist derselbe wie derjenige der Familie.

11 Arten im Süßwasser in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Eucoleochaete* Hansg., Prodrum, I, 38. Thallus polsterförmig; z. B. *C. pulvinata* A. Br., *C. divergens* Pringsh.

Sekt. II. *Phyllactidium* (Kützing, Spec. Alg. [1849] 424 — als Gattung!) Hansg., Prodrum, I, 39. Thallus flach, von kriechenden Zweigen gebildet, oft scheibenförmig; z. B. *C. orbicularis* Pringsh., *C. scutata* Bréb., *C. soluta* Pringsh., *C. irregularis* Pringsh., *C. nitellarium* Jost.

Cylindrocapsaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: P. Reinsch, Die Algenflora d. mittl. Teiles v. Franken. — L. Cienkowski, Zur Morphologie d. Ulothricheen (Bull. d. l'Acad. d. sc. d. St. Pétersbourg, T. 22, 1876). — A. Hansgirg, Physiologische u. algologische Studien, Prag 1887. — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 91—94. — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922.

Merkmale. Der Thallus besteht aus Ireihigen (selten teilweise mehrreihigen), unverzweigten, in der Jugend festsitzenden, meist relativ kurzen Zellfäden, die von kurzen Ikernigen Zellen gebildet werden. Die vegetativen Zellen können je 1 oder 2—4 Zoosporen bilden, welche 2 Geißeln haben. Statt Zoosporen können bisweilen deutlich behäutete Aplanosporen gebildet werden. In den Oogonien, welche sich in der Mitte öffnen, entsteht nur je 1 Eizelle. Die Spermatozoiden, welche zu 2 in jedem Antheridium entstehen und durch eine Öffnung an dessen Seite austreten, haben 2 Geißeln an der Spitze des farblosen Fleckes. Die Oospore wird nicht von Rindengewebe umgeben; ihre Keimung ist unbekannt.

Vegetationsorgane. Der Thallus haftet jung mittels eines breiten und kurzen Zellulosefußes fest, wird älter freischwimmend, ist unverzweigt und besteht im allgemeinen aus einer einfachen Zellreihe, die aber durch später auftretende, mit der Längsachse parallel oder schräg verlaufende Wände unregelmäßige Bänder oder Komplexe von Zellaufen bilden kann. Man kann gewöhnlich recht deutlich zwischen dem basalen und terminalen Ende der Fäden unterscheiden. Alle vegetativen Zellen sind einander gleich und teilungsfähig. Die Zellen sind kurz, eiförmig-kugelig oder fast 3- oder 4eckig, oft paarweise in den Fäden verteilt und haben eine dicke, geschichtete Membran, und der ganze Faden ist oft von einer dicken, geschichteten, schleimigen Scheide umgeben. Die Zellteilungen sind interkalar. Es findet sich nur 1 Zellkern in jeder Zelle und 1 wandständiger Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Bei der Zellteilung, welche in gewöhnlicher Weise geschieht, findet keine Sprengung der äußeren Membranschichten statt.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Zoosporen können von jeder beliebigen vegetativen Zelle gebildet werden, indem der Inhalt derselben sich entweder direkt in eine Zoospore umwandelt oder sich in 2—4 Zoosporen teilt. Die Zoosporen sind kugelig oder eiförmig, haben 1 deutlichen roten Augenfleck, 2 kleine kontraktile Vakuolen und, an dem vorderen farblosen Ende, 2 Geißeln. Sie befestigen sich und wachsen direkt zu neuen Fäden aus. Bisweilen entstehen anstatt beweglicher Zoosporen elliptisch-eiförmige Aplanosporen, indem die gebildeten Tochterzellen sich mit einer distinkten Membran umgeben. An diesen Aplanosporen habe ich mitunter ein deutliches Stigma bemerkt (Fig. 188 G). Sie werden durch Verschleimen der Muttermembran freigelassen. Außerdem kann sich die Alge durch einzelne abgelöste Zellen (Vermehrungsakineten) und Zellenhäufchen oder mehrzellige Fadenfragmente (Synakineten), welche zu neuen Fäden auswachsen, vermehren.

Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Eibefruchtung. Diejenigen Zellen, welche sich zu Geschlechtszellen umwandeln, verändern ihre Form. Einige Zellen teilen sich, ohne sich vorher zu verlängern, in 2—4 neben- oder übereinander stehende Tochter-

zellen (Antheridien), in denen je 2 Spermatozoiden (Fig. 189 B) gebildet werden. Das Antheridium öffnet sich an der Seite durch Aufquellen oder Aufreißen der Membran, und die Spermatozoiden treten aus, umgeben von einer Blase (Fig. 189 C), durch deren Auflösung sie frei werden; sie sind spindelförmig, gelb gefärbt und haben 2 Geißeln und in dem farblosen Vorderende 2 kontraktile Vakuolen. Die Zellen, welche sich zu Oogonien umbilden, schwellen kugelförmig an und öffnen sich an der Seite mit einem ziemlich großen Loch, das sich in einer kurzen Ausstülpung bildet, worauf die einzig vorhandene Eizelle sich im Oogonium abrundet (Fig. 189 A) und durch die eindringenden Spermatozoiden befruchtet wird. Nach der Befruchtung umgibt sich die Oospore mit 1 (2?) glatten Membran und nimmt eine rötliche Farbe an. Sie füllt das erheblich aufgetriebene Oogonium nicht aus.

Parthenogenesis. Die unbefrucht-

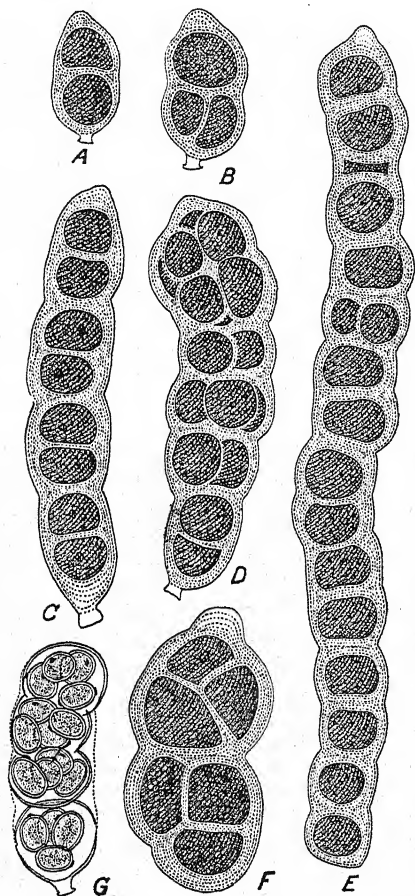


Fig. 188. *Cylindrocapsa conferta* G. S. West f. A—D Junge noch festsitzende Exemplare; E freischwimmender Teil eines Zellfadens; F unregelmäßiger Komplex von Zellen; G junges, 4zelliges Exemplar, in welchem sämtliche Zellen zu Aplanosporangien umgebildet sind. Die eiförmigen Aplanosporen, zu 4 in jeder Mutterzelle, sind völlig entwickelt, meist mit deutlichem Augenfleck, kurz bevor sie die Mutterzelle verlassen. (Nach H. Printz, 525/1.)

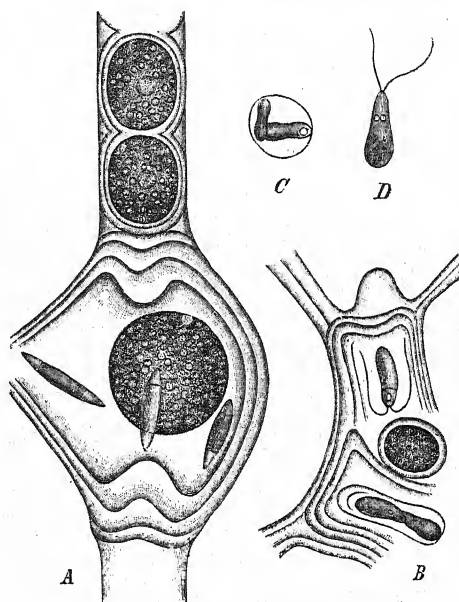


Fig. 189. *Cylindrocapsa involuta* Reinsch. A Teil eines Fadens mit einem Oogonium und 3 in dasselbe eingedrungenen Spermatozoiden; B Spermatozoiden, die im Begriff stehen, aus ihren Antheridien auszutreten; C 2 ausgetretene Spermatozoiden, noch von einer Blase umgeben; D freies Spermatozoid. (Nach Cienkowski, 760/1.)

teten Eizellen bleiben grün, teilen sich oft in 2—4 Tochterzellen und wachsen direkt zu neuen Fäden aus. Als parthenogenetische Eizellen können vielleicht auch die als Dauerzellen bezeichneten Bildungen aufgefaßt werden, oder diese sind wirkliche Ruheakineten.

Die Keimung der befruchteten Oospore ist bisher unbekannt.

Geographische Verbreitung. Die *Cylindrocapsaceae* sind relativ seltene Süßwasser-algen, die nur von zerstreuten Lokalitäten in den verschiedenen Weltteilen bekannt sind.

Verwandschaftliche Verhältnisse. *Cylindrocapsa* ist bisher ziemlich wenig bekannt, zeigt aber in ihren vegetativen Verhältnissen große Übereinstimmung mit den *Ulotrichaceae*, und in den fruktifikativen stimmt sie in hohem Grade mit *Oedogonium* überein, so daß sie geradezu als eine die Familie der *Ulotrichaceae* und der *Oedogoniaceae* verbindende Zwischenform aufgefaßt werden kann.

Einteilung der Familie.

Die Familie umfaßt nur eine Gattung 1. *Cylindrocapsa*.

1. *Cylindrocapsa* Reinsch, Algenfl. v. Mittel-Franken (1867) 66 (Fig. 188—189). — Der Gattungscharakter ist derselbe wie der Familiencharakter.

5 Arten, z. B. *C. involuta* Reinsch und *C. geminella* Wolle, in süßem Wasser in Tümpeln und Seen zwischen Moosen und anderen Wasserpflanzen, wohl kosmopolitisch verbreitet.

Oedogoniaceae.

Mit 6 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. Braun, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, Freiburg 1849/50. — A. de Bary, Über die Algenzungen *Oedogonium* und *Bulbochaete* (Abh. d. Senckenberg. Naturf. Ges. zu Frankfurt, 1854). — N. Pringsheim, Beiträge z. Morph. u. Systemat. d. Algen, I, Morph. d. Oedogonien (Pringsheim, Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 1, Berlin 1858). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum, III, 1868, S. 347—360. — L. Jurányi, Beitr. z. Morph. d. Oedogonien (Pringsheims Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 9, Leipzig 1873/74). — V. Wittrock, Prodromus monogr. Oedogoniarum (Acta soc. sc. Upsal, Ser. 3, Vol. 9, 1874). — V. A. Poulsen, Om Svaermosporens Spiring hos en Art af Slaegten *Oedogonium* (Bot. Tidsskrift, Kjöbenhavn 1877). — N. Wille, Algologische Mitteilungen (Pringsheim, Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 18, Berlin 1887). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, heim, Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 23, Berlin 1891). — H. Klebahn, Studien über Zygoten, II, Befruchtung v. *Oedogonium Boscii* (Pringsheims Jahrbücher, B. 24, Berlin 1892). — K. E. Hirn, Monographie und Iconographie d. Oedogoniaceen (Acta Soc. scient. Fennicae, T. 27, No. 1, Helsingfors 1900). — A. Scherffel, Einige Beobachtungen über Oedogonien mit halbkugelter Fußzelle (Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Bd. 19, 1901). — F. E. Fritsch, Algological Notes, II, The Germination of the Zoospores in *Oedogonium* (Ann. of Bot. 1902); The Structure and Development of the young Plants in *Oedogonium* (Ann. of Bot., 1904). — G. Krasnowitz, Ein Beitr. z. Kenntn. d. Zellteilungsvorgänge bei *Oedogonium* (Sitzber. Akad. Wissensch. Wien, M. N. Cl., B. 114, Abt. 1, 1905). — K. E. Hirn, Studien über Oedogoniaceen, I (Acta Soc. Sc. Fenn., T. 34, No. 3, Helsingfors 1906). — A. Pascher, Über die Zwergmännchen der Oedogoniaceen (Hedwigia, 1906). — C. v. Wisselingh, Über die Karyokinese bei *Oedogonium* (hefte z. bot. Centralblatt, B. 23, I, Dresden 1908; Über den Ring und die Zellwand bei *Oedogonium* (ebenda, Dresden 1908). — F. D. Lambert, An unattached zoosporic Form of *Coleochaete* (Tufts Coll. Stud., 1910). — A. H. Tuttle, Mitosis in *Oedogonium* (Journ. Exped. Zool., 1910). — G. S. West, Algological Notes, X—XIII (Journ. of Bot., 1912). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. VI, bearbeitet von W. Heering, Jena 1914. — E. N. Transeau, New Species of green Algae (American Journ. of Bot., 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. J. Hodgetts, Notes on Freshwater Algae, I—IV (New Phytologist, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922.

Merkmale. Der Thallus besteht aus verzweigten oder unverzweigten, in der Jugend festsitzenden Zellfäden, mit kürzeren oder längeren einkernigen Zellen. Die vegetativen Zellen bilden je eine Schwärmspore, die an der Basis des Keimfleckes einen Kranz von Geißeln trägt. Befruchtung von Eizellen, welche einzeln in den Oogonien sich mit einem Loche an der Seite oder mit einem Deckel öffnen. Die Spermatozoiden, welche einzeln oder zu zweien in den Antheridien gebildet werden, haben einen Kranz von Geißeln um den vorderen farblosen Fleck. Die Oospore wird nicht von Rindengewebe umgeben und bildet bei ihrer Keimung 4 Schwärmsporen.

Vegetationsorgane. Der Thallus sitzt, wenigstens in der Jugend, mittels der Haftfortsätze der Basalzelle fest und besteht aus einer unverzweigten (*Oedogonium*) oder verzweigten (*Bulbochaete* und *Oedocladum*) Zellreihe. Die Haftorgane bestehen meist aus farblosen, lappig-kralligen Fortsätzen der basalen Zelle, oder sie sind halbkugelig, werden aber nicht durch eine Querwand von der Mutterzelle abgegliedert. Bei *Oedogonium* sind alle Zellen

in gleicher Weise teilungsfähig, und nur die Endzelle ist zuweilen durch verschmälerte oder in ein Haar ausgezogene Form ausgezeichnet. Bei der reich verzweigten *Bulbochaete* ist nur die Basalzelle des ganzen Stammes und die eines jeden Astes teilungsfähig, und jede Gliederzelle bildet die Basalzelle für den Seitenast, welchen sie trägt; die aufeinanderfolgenden Zweiggenerationen, welche also eine Art Sympodium mit interkalaren Zuwachszonen bilden, wechseln regelmäßig in der Richtung ihrer Entstehung an der Mutterachse ab, so daß die Äste einer Achse, welche an deren rechter Seite stehen, ihre Äste höherer Ordnung an der linken Seite tragen usw. Die Endzelle jedes Astes und häufig auch interkalare Zellen tragen hier ein izelliges, oben geöffnetes, unten zwiebelförmig angeschwollenes Haar, dessen Basis von einer 2teiligen Scheide umgeben ist, während an den Endzellen der Sproßgeneration die Scheide in Form eines Deckels abfällt. *Oedocladium* hat keine Haftscheibe, sondern der Hauptstamm kriecht auf dem feuchten Boden und entsendet ins Substrat farblose Seitenzweige, und über den Boden erheben sich verzweigte Fäden. Unter- und oberirdische Zweige können ineinander übergehen. Hier bei *Oedocladium* ist das Wachstum der Fäden fast ausschließlich auf die Teilung der Endzellen beschränkt, welche flach konisch zugespitzt erscheinen. Die Zweigbildung wird durch Zelluloseanhäufung am apikalen Ende einer interkalaren Zelle eingeleitet. Dann reißt die Membran mit einem Ring auf, der Ast tritt seitlich hervor und wächst dann wieder nur an seiner Spitze.

Die Zellwände sind mäßig dick, ohne hervortretende Verdickungen an den Querwänden und lassen eine dünnere äußere Kutikularschicht und eine dickere aus Zellulose bestehende Innenlage unterscheiden. Zellwand meist glatt, selten fein granuliert, hyalin oder bisweilen durch Eiseneinlagerung bräunlich gefärbt. In jeder Zelle findet sich 1 recht großer, oft schon im lebenden Zustande deutlich erkennbarer Zellkern und ein aus längsverlaufenden, zuweilen anastomosierenden Bändern bestehender parietaler Chromatophor, welcher zu einer \pm kontinuierlichen Wandbekleidung verschmelzen kann und mehrere (bis 20) Pyrenoide enthält.

Die Zellteilung zeigt einige von den übrigen *Chlorophyceae* abweichende Eigentümlichkeiten, welche auch im fertigen Zustande in der charakteristischen Kappenbildung sich aussprechen. Im subapikalen Ende der sich zur Teilung anschickenden Zelle bildet sich nämlich durch einen lokalen Zuwachs der innersten Wandschicht ein nach innen vorspringender Zelluloserings (Fig. 190 A, w). Nachdem der Zellkern sich geteilt und eine dünne Querwand in der Mitte der Zelle entstanden ist, reißt die äußere Kutikularschicht mit einem Ringriß außerhalb des Zelluloserings auf, und dieser letztere streckt sich recht rasch zu einem neuen zylindrischen Membranstück (Fig. 190 B, w'); da hierdurch der Druck in der vorderen Schwesterzelle geringer geworden ist, hebt sich die junge Querwand in die Höhe, bis sie den unteren Rand des Querrisses erreicht hat. Da die Zellen sich wiederholt nacheinander wieder teilen, so entstehen am vorderen Ende ebenso viele »Kappen«, rückwärts ebenso viele »Scheiden«, als die Zellen Teilungen erfahren haben. Ältere Fäden von *Oedogonium* zeigen nun häufig an gewissen Zellen, welche in \pm großen Abständen voneinander in der Fortsetzung des Fadens liegen, eine erhebliche Zahl solcher Kappen übereinander, und eben an diesen ist bekanntlich ein *Oedogonium*-Faden sofort als solcher zu erkennen. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, daß nicht alle *Oedogonium*-Zellen gleichmäßig teilungsfähig sind; nur diejenigen, welche bereits eine Kappe gebildet hatten, entwickeln deren mehrere, indem immer neue Zelluloserings unmittelbar unter den älteren, vorausgehenden entstehen und dementsprechend natürlich auch neue Zellen. Dieser bei *Oedogonium* genau studierte Vorgang findet sich ähnlich bei *Bulbochaete* und *Oedocladium*, aber mit der Modifikation, daß bei der erstgenannten die Teilung nur auf die Basalzellen der Hauptstämme und diejenigen der Äste beschränkt ist und bei *Oedocladium* nur durch Teilung der Terminalzellen stattfindet.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Relativ große Zoosporen entstehen bei allen drei Gattungen einzeln in jeder Zelle dadurch, daß sich zuerst ein farbloser Fleck an der einen Seite derselben bildet, worauf ihr Inhalt sich abrundet; sie werden dadurch frei, daß die Membran unter der untersten Kappe aufreißt (Fig. 191 A, B). Die Zoospore ist rund oder oval, hat ein kuppelförmiges, farbloses Vorderende mit einem Kranz von Geißeln herum (Fig. 191 C), und in der Nähe dieses farblosen Fleckes befindet sich bisweilen ein roter Augenpunkt, der jedoch bei vielen Arten nicht gefunden wurde. Nach-

dem die Zoosporen eine Zeitlang geschwärmt haben, heften sie sich mit dem farblosen Fleck fest, umgeben sich mit einer Membran, entwickeln eine regelmäßig verzweigte Haftscheibe (Fig. 191 D) und beginnen sich zu teilen. Die weitere Entwicklung geht etwas verschieden vor sich. Bei den meisten Oedogonien tritt der erste Ringwulst an dem ursprünglichen Hinterende der Zoospore auf, und unter Abhebung einer Kappe folgt ein Zweizellenstadium, und weitere Teilungen können sowohl in der oberen wie der unteren Zelle einsetzen. Unter Umständen kann der Keimling ein- bis wenigzellig bleiben und in diesem Stadium sofort Zoosporen bilden. Bei den durch eine halbkugelige Basalzelle befestigten *Oedogonium*-Arten setzen sich die Zoosporen mittels Schleim fest, und die

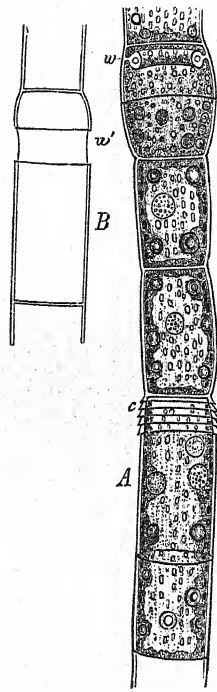


Fig. 190. Zellteilung eines *Oedogonium*, bei *w* der Zellstoffring, welcher in der Figur *B* zu dem Membranstück *w'* ausgezogen ist; *c* die Kappen. (Nach Sachs.)

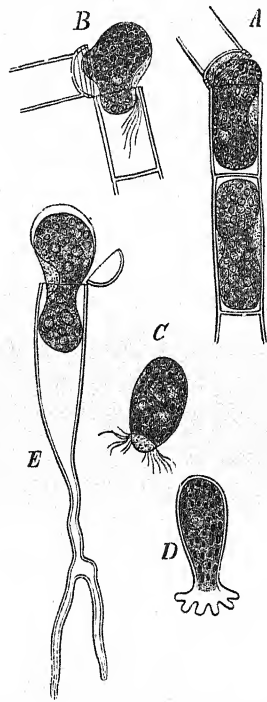


Fig. 191. Entwicklung der Zoosporen von *Oedogonium*. *A*, *B* Aus einem älteren Faden entstehende, *C* freie Zoospore; *D* beginnende Keimung derselben; *E* eine Zoospore, aus dem ganzen Inhalt eines Zoosporenkeimlings gebildet. (Nach Pringsheim, 350/1.)

etwa halbkugelige Zelle umgibt sich dann mit einer Membran. Von dieser geht unter Absprengung eines Deckels der erste aufgerichtete Faden aus.

Nachdem die *Bulbochaete*-Schwärmer sich festgesetzt und mit einer Membran umgeben haben, wird am Scheitel bald farbloses Plasma sichtbar. Dasselbe wird durch eine Querwand ohne Ringbildung abgegliedert und wächst zu einem einzelligen Haare aus, indem die alte Membran deckelförmig zur Seite gedrängt wird. Dann entsteht unter diesem Haar ein Ring (Fig. 192, 2, *rg*), und die aus diesem hervorgehende neue Zellwand verlängert die Zelle nach oben, indem sie das Haar mit emporhebt (Fig. 192, 3, *rg*). Jetzt aber entsteht bei der folgenden Teilung der Ring nicht an der Basis der emporgehobenen Kappe, sondern am oberen Rande der stehengebliebenen Scheide (*rg* Fig. 192, 3). Da sich dieser Prozeß wiederholt, so entsteht eine Reihe von Zellen, die alle der Ringbildung in der Basalzelle ihren Ursprung verdanken, und naturgemäß kann daher jede dieser Zellen nur eine Kappe haben. Die Verzweigung vollzieht sich analog. Neben dem ursprünglich terminalen Haar (Fig. 192 1, *th*) bricht ein neues hervor und wird von der Mutterzell-

membran am Grunde scheidenartig umgeben. Dieser Vorgang entspricht der ersten Entstehung des Haares aus der Keimpflanze. Unter der Haarzelle (*sh*) entsteht ein Ringwulst (*rg*), welcher sich streckt und eine neue grüne Zelle liefert, die das Haar emporhebt, und der so gebildete Zweiganfang wächst durch neue Ringbildungen an ihrer Basis (Fig. 192, 1, *b*) genau so wie der Hauptstamm. Auch die interkalaren Zellen können ein Haar hervorbringen und ebenfalls in Zweige auswachsen.

Oedocladium (Fig. 195) bildet bei der Keimung keine Haftscheibe. Nachdem die Zoosporen mit einer Membran umhüllt sind, entsteht ein Zellulose ring am unteren Ende, dem farblosen Teile der Zoospore entsprechend. Hier tritt dann der Keimfaden hervor und wächst abwärts, und neben ihm entwickelt sich der erste junge Sproß. Die weiteren Teilungen sind hier in der Regel auf die Scheitelzellen beschränkt; durch Teilung der Segmente entstehen die Seitenzweige.

Bei den Zoosporen, welche sich nicht befestigt haben, entwickeln sich lange, unverzweigte oder schwach verzweigte Haftorgane (Fig. 191 *E*), und diese Individuen bringen, ohne sich zu teilen, sofort wieder je eine Schwärmspore hervor.

Wirkliche Aplanosporen und Akineten kommen bei *Oedogonium* und *Bulbochaete* nicht vor, doch geschieht es oft, daß *Oedogonium*-Fäden von Kalk und Eisenoxyd inkrustiert werden und dann in ein Ruhestadium eintreten; bei der Keimung werden dann die äußeren toten Teile der Membran zersprengt.

Oedocladium dagegen bildet ein- bis vielzellige Dauersprosse aus den unterirdischen Rhizoidenfäden (Fig. 195 *A*), aber sie können auch, z. B. infolge von Eintrocknen, leicht oberirdisch entstehen. Sie werden von bauchig aufgeblasenen Zellen gebildet, die sich mit Reservestoff (Öl und Stärke) füllen, und nehmen eine rote Färbung an. Sie vertragen mehrmonatliches Austrocknen und wachsen dann bei Benetzung usw. direkt zu neuen Pflanzen aus. Sie sind den Rhizoiden und Knollen höherer Pflanzen physiologisch völlig entsprechend.

Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Eibefruchtung. Die Oogonien stehen einzeln oder zu mehreren hintereinander, zeichnen sich durch ihre angeschwollene Gestalt aus und entstehen aus der vordersten obersten Tochterzelle unmittelbar nach einer Zellteilung. Die obere Zelle erweitert sich dann kugelig-ellipsoidisch, während die untere, die sog. Stützzelle, den Charakter der üblichen Fadenzellen bewahrt und zylindrisch bleibt (Fig. 193 2, *a, b*). Bisweilen wird die Stützzelle \pm reduziert; schon die Kerne weisen gleich nach der Teilung Größendifferenzen auf, und außerdem geht die Hauptmasse von Plasma, Chlorophyll und Reservestoff in die obere Zelle — die Oogoniumanlage — über, während die untere mehr inhaltsleer erscheint. In Fig. 193, 3 ist die obere Zelle in Oogoniumteilung begriffen, *st* stellt die inhaltsarme Stützzelle, *o* die Oogoniumanlage dar. Die Stützzelle kann nach erneuter Teilung später neue Oogonien erzeugen, die deshalb reihenweise zu liegen kommen und ihrer Bildungsweise gemäß in basipetaler Reihenfolge entstehen. In bezug auf Oogonienbildung verhält sich *Oedocladium* im wesentlichen wie eben bei *Oedogonium* beschrieben. Bei *Bulbochaete* findet dagegen eine doppelte Zellteilung statt. In Fig. 193, 6 ist die Oogoniumteilung bei *Bulbochaete* dargestellt. Die erste Teilung entspricht insofern dem Verhalten bei *Oedogonium*, als eine oben geschwollene Kappenzelle und eine unten zylindrische Scheidenzelle gebildet werden, nur rückt die in der Scheidenzelle gebildete Querwand nicht bis an ihren oberen Rand, sondern verwächst bereits ungefähr in der Mitte mit der Seitenwand und bildet die untere Stützzelle (Fig. 193, 6, *st*).

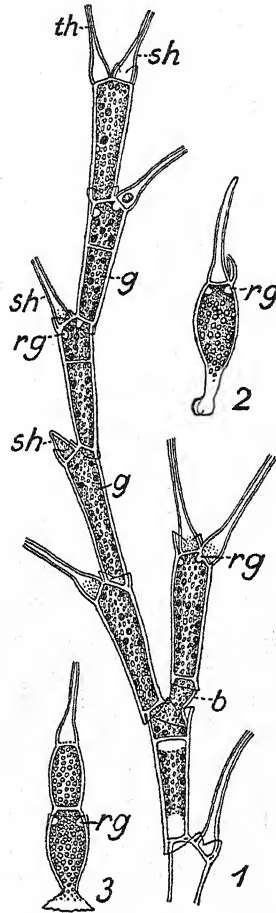


Fig. 192. *Bulbochaete setigera* Ag. 1 Teil einer älteren Pflanze mit Zweigbildung; 2 aus einer Zoospore entstandene Keimpflanze; 3 dieselbe nach der ersten Zellteilung. *rg* Ring, *th* Terminalhaar; *sh* Seitenhaar; *g* grüne Gliederzelle; *b* Astbasis. (Nach Fringsheim aus Oltmanns.)

Nach Anlage eines neuen Zellstoffringes (bei r') wird die Membran wieder gesprengt, und es entsteht das eingeschaltete Membranstück zwischen r und r' , wodurch das Oogonium seine definitive Größe annimmt; die neugebildete Querwand rückt jetzt bis an den angeschwollenen Teil, wo sie die Grenze zwischen dem Oogonium und der oberen Stützzelle (st'') bildet. Die Folge der eben geschilderten Entwicklung ist, daß die Oogonien von *Bulbochaete* immer durch zwei halbkugelige Membranstücke oben und unten schalig umschlossen werden (Fig. 193 6).

Wenn beide Oogoniumteilungen in horizontaler Richtung stattfinden, so wird das Oogonium als aufrecht bezeichnet. Die beiden Stützzellen sind in diesem Falle vier-eckig. Ein aufrechtes Oogonium wird nie von der Basalzelle eines Zweiges gebildet. Diese bringt dagegen ein abstehendes Oogonium hervor, indem eine Scheidewand schräg zur Mutterzelle angelegt wird. Von den Stützzellen ist die eine 5-, die andere 4eckig. Die Kappe des aufrechten Oogoniums ist mindestens 3gliederig, die des abstehenden 2gliederig.

Während sich nun der Inhalt durch besondere Vorgänge zur Eizelle umbildet, öffnet sich das Oogonium in verschiedener Weise. Entweder wölbt sich die Membran papillen-artig vor und öffnet sich durch Auflösung eines runden Membranstückes (»Befruchtungs-öffnung«) (Fig. 193, 5) an der Seite (wie bei allen *Bulbochaete*- und mehreren *Oedogonium*-Arten), oder die Öffnung erfolgt mit einem kleinen Deckel an der Spitze (Fig. 193, 4 und Fig. 194 A, B) (*Oedogonium acrosporum* de By.) oder durch ringförmiges Aufreißen der Membran, worauf der obere Teil des Fadens sich etwas zurückbiegt (Fig. 193, 1); die hierdurch entstandene Lücke wird zum größten Teil durch Einschaltung einer Membran ausgefüllt, die in ihrem äußersten Teil eine runde Öffnung hat und aus schleimigem Protoplasma entsteht, welches unter der Befruchtungsöffnung aufzutreten pflegt und nach der Bildung dieser Öffnung in das umgebende Wasser diffundiert (Fig. 193 3, p). Die Eizelle zeigt an der der Befruchtungsöffnung zugewendeten Seite einen hellen Fleck (*em*).

Die Antheridien sind im einfachsten Falle flache, scheibenförmige oder kurz zylindrische, bis zu 12 übereinanderliegende Zellen in Kontinuität mit dem Faden (Fig. 194 D), entweder auf denselben Individuen, wie die Oogonien, oder auf besonderen Fäden. Danach kann man monözische und diözische Arten unterscheiden. Sie gehen bei *Oedocladium* und den meisten *Oedogonium*-Arten direkt aus den vegetativen Zellen durch Teilung unter Ringbildung hervor. Unten bleibt eine sterile Zelle übrig, welche der Stützzelle der Oogonien entspricht (Fig. 193, 7). Jedes Antheridium enthält entweder 1 oder 2 nebeneinanderliegende Spermatozoiden (Fig. 194 D). Sie werden durch einseitiges Aufreißen und Knickung der Antheridienzellen frei. Die Spermatozoiden sind den Zoosporen ähnlich, nur kleiner (Fig. 193, 9 und 194 D, 2). Ihre Farbe ist meist hellgrün, selten ± gelb.

Bei den *Bulbochaete*- und vielen *Oedogonium*-Arten kommen als Zwischenstufe sogenannte Zwergmännchen vor. Dieselben entstehen aus einer Art von kleinen Schwärm-sporen, sog. »Androsporen«, welche in kurzen antheridiumähnlichen Androsporangienzellen wie die Zoosporen in Einzahl gebildet werden (Fig. 193 8). Die freiwerdenden Androsporen sind von einer Blase umhüllt, die sich bald auflöst, schwärmen dann eine kurze Zeit umher und setzen sich an den ♀ Fäden an den Oogonien oder in der Nähe derselben fest, wo sie zum Zwergmännchen auswachsen (Fig. 193 1, 6 und Fig. 194 A, B). Sie umgeben sich mit einer Membran und entwickeln sich entweder direkt zu einem Antheridium oder auch zu einer kleinen ♂ Pflanze, welche 1 oder einige vegetative Zellen und 1 oder mehrere Antheridien trägt, die sich mit einem Deckel an der Spitze öffnen. In den Antheridien der Zwergmännchen entwickeln sich stets 2 Spermatozoiden, die übereinander gelagert sind und in ihrer Form derjenigen bei den androsporenlosen Formen entsprechen.

Nach der Verteilung der Geschlechtsorgane kann man also bei den Oedogoniaceen drei Typen unterscheiden: 1. monözische Arten, 2. diözische Arten und 3. nannandrische mit Zwergmännchen.

Die Spermatozoiden dringen durch die Befruchtungsöffnung ein und vereinigen sich mit dem farblosen Fleck der Eizelle, worauf diese sich mit einer 2- oder 3schichtigen Membran umgibt, die glatt ist oder an ihrer inneren oder ihrer äußeren Seite skulpturiert sein kann. Die Farbe der Oosporen ist gelblichbraun oder leuchtend rot; sie machen ein längeres oder kürzeres Ruhestadium durch (Fig. 194 C).

Als Parthenogenesis sind wahrscheinlich jene Fälle zu deuten, in welchen membranbekleidete Eizellen direkt, ohne zu Oosporen zu werden, zu neuen Pflanzen aus-wachsen.

Bei der **Keimung** der Oospore zerreißt die äußere Membran, der Inhalt tritt von einer gallertartigen Membranschicht umgeben hervor und teilt sich in 4 Zellen, diese wandeln sich entweder direkt in Schwärmsporen um (Fig. 194 F), welche durch Verschleimung der

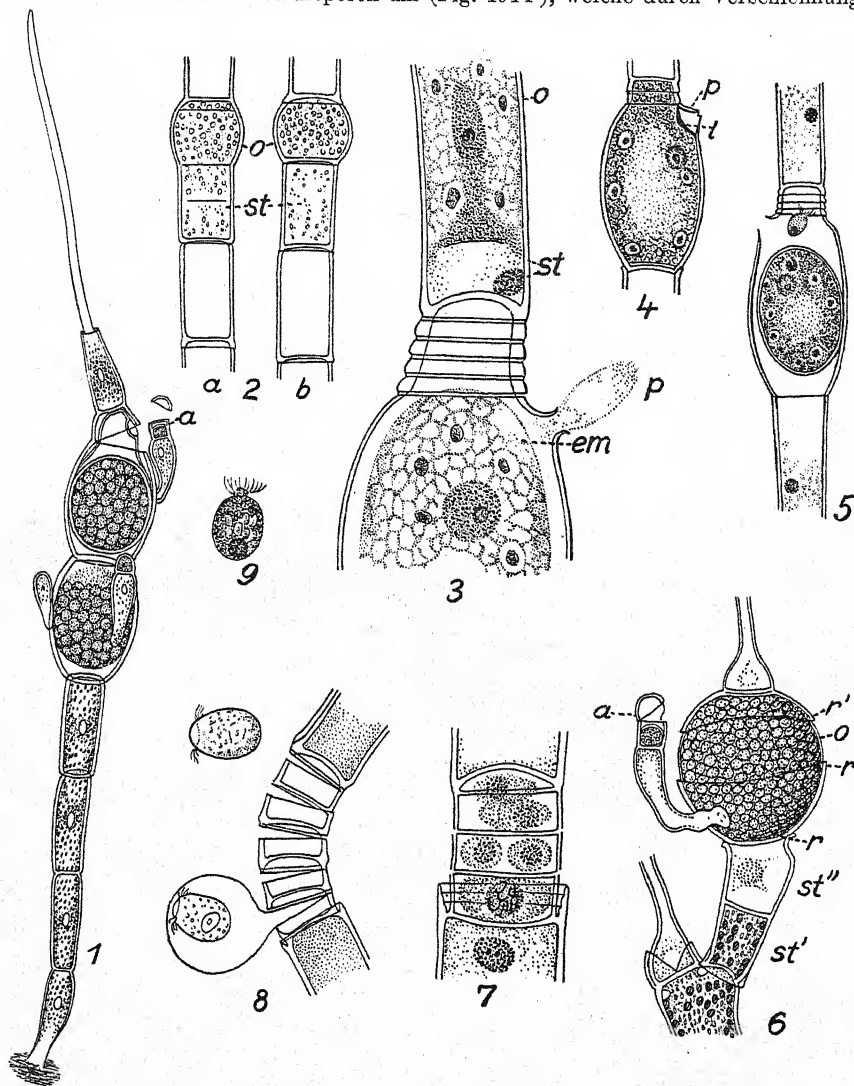


Fig. 193. 1 *Oedogonium ciliatum* Pringsh., ein ganzes Pflänzchen. — 2 *Oed. Braunii* Kütz. Bildung des Oogoniums. — 3–5 *Oed. Boscii* Wittr. Öffnung des Oogoniums und verschiedene Stadien in der Befruchtung desselben. — 6 *Bulbochaete gigantea* Pringsh. Astspitze mit einem Oogonium und einem Zwergmännchen. — 7 *Oed. Boscii* Wittr. Fadenstück mit jungen Antheridien, in welchen die Spermatozoidenanlagen sichtbar sind. — 8 *Oed. Braunii* Kütz. Fadenstück mit Androsporen. — 9 *Oed. Boscii* Wittr. Spermatozoid. — a Antheridium; o Oogonium; st Stützzelle; em Empfängnisfleck; p Schleimpapille; l Schleimlamelle; r Ringriß; r' Ringriß. (Nach Pringsheim, Hirn und Klebahn aus Oltmanns.)

Gallertmembran frei werden, oder umgeben sich erst mit je 1 Membran, die sich mit einem Deckel öffnet und die Schwärmer austreten läßt. Aus diesen Schwärmern, welche in ihrer Form den gewöhnlichen gleichen, aber eine rötliche Farbe haben können, entwickeln sich direkt vegetative Fäden, ganz wie diejenigen, die aus den gewöhnlichen Zoosporen stammen.

Geographische Verbreitung. *Oedocladium* ist Landbewohner und bildet auf lehmig-sandiger Erde locker ausgebreitete Räschen, während die anderen zwei Gattungen nur in süßem oder schwach brackischem Wasser kosmopolitisch vorkommen. Sie bevorzugen ruhige Orte, aber gewisse Arten kommen auch in Bächen usw. vor.

Verwandtschaftliche Verhältnisse. Die *Oedogoniaceae* stellen eine einheitliche Gruppe dar, die scharf begrenzt ist, nur über *Cylindrocapsa*, welcher sie in der geschlechtlichen Fortpflanzung sehr ähnlich ist, schließt sie sich den Ulotrichaceen an. *Bulbochaete* bildet wohl die Spitze einer Entwicklungsreihe, und das gleiche muß man wohl für *Oedocladium* annehmen.

Einteilung der Familie.

- A. Faden stets unverzweigt 1. *Oedogonium*.
 B. Faden verzweigt.
 a. Mit einzelligen am Grunde zwiebelbärmig angeschwollenen Haaren 2. *Bulbochaete*.
 b. Ohne Haare. Landbewohner 3. *Oedocladium*.

1. *Oedogonium* Link in Nees, Hor. Phys. Berol. (1820) 5 (Fig. 190, 191, 193, 194). (*Prolifera* Vaucher, p. p., Historie des Conferves [1803] 14; *Tiresias* Bory, Dict. classique d'hist. naturelle, I [1822]; *Vesiculifera* Hassall, p. p., Hist. of Brit. Freshw. Algae [1845]; *Cymatonema* Kützing, Species Algarum [1849] 375; *Androgynia* Wood, Contrib. Hist. Freshw. Algae of N. Amer. [1872] 195; *Euoedogonium* Wood, l. c.; *Pringsheimia* Wood, l. c.; *Conferva* auct. pl.). — Thallus aus einem unverzweigten Faden bestehend, in der Jugend mit einer längeren, oft rhizoidale Auswüchse treibenden oder einer kurzen, halbkugelförmigen Basalzelle festsitzend, im Alter oft losgerissen. Die vegetativen Zellen meist zylindrisch, mit geraden oder gewellten Wänden, seltener am oberen Ende angeschwollen (kapitelliert); Endzelle meist wie die übrigen, stumpf endigend, selten zugespitzt, mitunter hyalin, haarähnlich, mit Stachelspitze oder mit Borste endigend. Membran meist relativ dick, selten mit Poren versehen, die spiralig angeordnet sind, wenig schleimig, mitunter inkrustiert. Die Fäden wachsen durch interkalare Teilungen jeder beliebigen Zelle. Die Zoosporen haben einen Kranz von relativ kurzen, sehr selten längeren Geißeln und werden durch ringförmiges Aufbrechen der Mutterzelle frei. Die Oogonien gehen durch einfache Zellteilung unter Ringbildung aus den vegetativen Zellen hervor, einzeln, zu zweit oder in

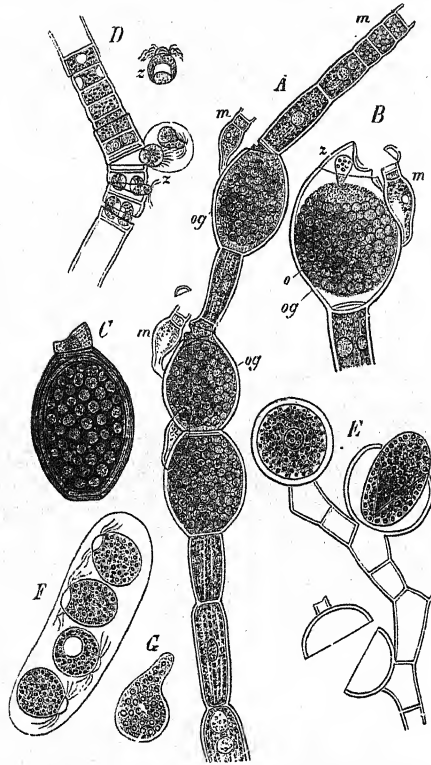


Fig. 194. A—C *Oedogonium ciliatum* (Hass.) Pringsheim. A Mittlerer Teil eines geschlechtlichen Fadens mit Antheridium (m) am oberen Ende, sowie 2 befruchteten Oogonien (og) nebst den Zwergmännchen (mm); B Oogonium im Augenblick der Befruchtung, o die Eizelle, m Zwergmännchen, z das Spermatozoid, im Begriff einzudringen; C reife Oospore. — D *Oe. Landsboroughi* (Hass.) Wittr. β *gemelliparum* Pringsh. Stück des ♂ Fadens. — E—G *Bulbochaete elachistandra* Wittr. E Ast eines überwinterten Pflänzchens, oben mit einem die Oospore noch enthaltenden und einem sie eben entlassenden, unten mit einem entleerten Oogonium; F die 4 aus einer Oospore entstandenen Zoosporen; G zur Ruhe gekommene Zoospore. (Nach Pringsheim, A, E, G 250/1, B—D, F 350/1.)

Reihen, kugelig oder ellipsoidisch angeschwollen, selten in der Dicke kaum von den übrigen Zellen verschieden. Oogonien meist mit glatter Oberfläche, selten in der Mitte mit wirtelig gestellten Ausstülpungen oder mit Längsfalten. Sie öffnen sich entweder durch eine Pore, die in den verschiedenen Teilen des Oogoniums liegen kann, oder durch einen Kreischnitt, der durch kreisförmiges Aufreißen der Membran entsteht und ebenfalls an verschiedenen Stellen des Oogoniums gebildet werden kann. Unter der Öffnung wird in beiden Fällen eine neue Membran, der Befruchtungsschlauch, gebildet, der den Zusammenhang

des Oogoniums wahr. Die gebildete Oospore kann entweder den Innenraum des Oogoniums ausfüllen, oder sie liegt in ihm frei. Ihre Form ist \pm kugelig-ellipsoidisch, und die Membran besteht aus 2 oder 3 Schichten — Exo-, Meso- und Endosporium —, ist glatt oder stachelig, mit Längsfalten, Rippen, Poren, Warzen oder Gruben versehen. Die Antheridien entstehen entweder auf demselben Faden (*Monoica*) oder auf besonderen Pflanzen (entweder mit Zwergmännchen, *Dioica nannandria*, oder mit Antheridien auf Fäden, die von den ♀ nicht wesentlich verschieden sind, *Dioica macrandria*). Zwergmännchen einzellig oder mehrzellig.

229 Arten, von denen einige kosmopolitisch zu sein scheinen, in süßem oder seltener in schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen, vornehmlich in ruhigem, aber auch in fließen-

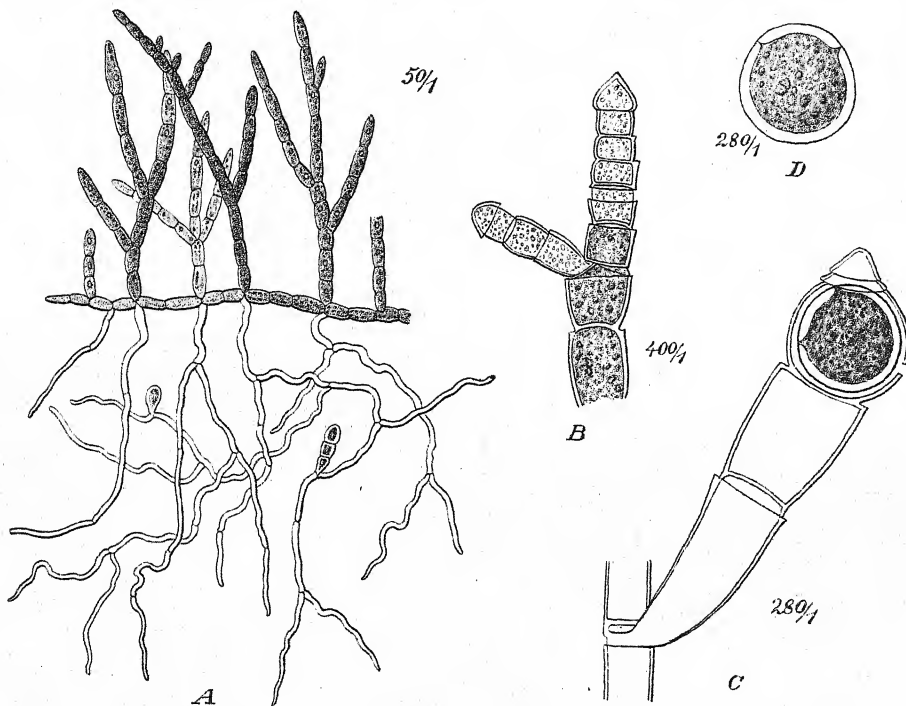


Fig. 195. *Oedocladium protonema* Stahl. A Vegetative Pflanzen mit unterirdischen farblosen Fäden und zwei Dauersprossen; B Entwicklung eines männlichen Astes; C weiblicher Ast; D Zygote im medianen Längsschnitt. (Nach E. Stahl, A 50/1, B 400/1, C, D 280/1.)

dem Wasser. Manche kommen nur unter ganz bestimmten ökologischen Bedingungen vor, andere sind weniger an besondere Verhältnisse gebunden.

Die meisten Arten sind im sterilen Zustand kaum sicher bestimmbar.

2. Bulbochaete C. A. Agardh, Syn. Alg. (1817) XXIX (Fig. 192, 193, 6 und 194, E—G). — Thallus aus einem regelmäßig verzweigten Faden bestehend. Jede Achse sendet nur einseitig Zweige aus, und zwar sind die Zweige der einen Achse entgegengesetzt gerichtet wie die der vorhergehenden Achse. Pflanze mit einer am Grunde gelappten Basalzelle festsitzend. Die vegetativen Zellen nach oben dicker. Zellmembran häufig mit spiraligen Punktreihen. Haare lang, borstenförmig, am Grunde zwiebelartig angeschwollen. Die Fäden wachsen meistens nur durch Teilung der basalen Zellen des Hauptfadens und der Äste, bei einigen Arten kommt jedoch bisweilen ein interkalares Wachstum vor. Die Zoosporen haben einen Geißelkranz und werden durch ringförmiges Aufbrechen der Mutterzellen frei. Die Oogonien entstehen durch doppelte Zellteilung der vegetativen Zellen und haben 2 Stützzellen. Die Oospore ist entweder kugelig oder ellipsoidisch und füllt das Oogonium aus. Die Öffnung erfolgt stets durch einen Porus, der unter dem großen Kappenglied entsteht. Bei den Arten mit kugeligen Oogonien bzw. Oosporen ist die Oberfläche der

Oospore, das Episporium, meist fein grubig, während das Episporium bei ellipsoidischen Oogonien meist mit feingezähnten, bisweilen doppeltgezähnten Längsrippen versehen oder auch querrippig ist. Die Antheridien finden sich entweder auf derselben Pflanze wie die Oogonien, oder sie entstehen in Zwergmännchen.

45 Arten in süßem oder schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen. Wie bei *Oedogonium* lassen sich nur fertile Exemplare sicher bestimmen.

3. Oedocladium Stahl in Pringsh. Jahrb., Bd. 23 (1891) 347 (Fig. 195 A—D). — Thallus reich verzweigt, aus einem oberen chlorophyllhaltigen und einem im Substrate wuchernen, farblosen, rhizoidenartigen Teil bestehend. Zellteilung wie bei *Oedogonium*. Verlängerung der Äste in der Regel auf die Scheitelzellen beschränkt, durch Teilung der Segmente entstehen die Seitenzweige. Die Endzellen sind abgerundet ohne Haare. Die Zoospore hat einen Geißelkranz und wird durch ringförmiges Aufbrechen der Zelle frei. Thallus wird erhalten durch Bildung einer ein- bis vielzelligen gegen Austrocknung widerstandsfähigen Dauersprosse. Monözisch. Die Oogonien entstehen durch einfache Teilung der Zellen. Episporium glatt oder granuliert.

2 Arten, *Oed. protonema* Stahl auf sandig-lehmiger Erde in Europa und *Oed. albemarlene* Lewis in Nordamerika.

Farblose Nebenformen der Oedogoniaceae (Monoblepharidaceae).

Ich fasse die Monoblepharidaceen als farblose Nebenformen der Oedogoniaceen auf. Diese Familie ist aber so ausführlich unter den Pilzen behandelt worden, daß ich nur darauf hinzuweisen brauche.

Siphonocladales.

Thallus einzellig oder mehrzellig, unverzweigt oder häufig reich verzweigt, zuweilen sind die Zweige zu flächenförmigen Gebilden ausgewachsen. Zellen fast stets mehrkernig, mit einem meist netzförmigen oder zahlreichen plättchenförmigen, meist pyrenoidführenden Chromatophoren. Ungeschlechtliche Vermehrung durch 2- oder 4geißelige Zoosporen oder Aplanosporen. Geschlechtliche Fortpflanzung, wo bekannt, durch Kopulation von 2geißeligen Iso- oder Heterogameten oder seltener durch Eibefruchtung.

Die Klasse umfaßt folgende Familien: *Valoniaceae*, *Cladophoraceae*, *Dasycladaceae* und *Sphaeropleaceae*.

(Bestimmungstabelle der Familien S. 24.)

Valoniaceae.

Mit 15 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Decaisne, Plantes de l'Arabie Heureuse (Arch. du Mus., Vol. II, 1839). — C. Montagne, Troisième cent. de Plantes cell. exotiques nouv. (Ann. d. sc. nat. Sér. 2, Bot. T. 18, Paris 1842). — C. Nägeli, Die neueren Algensysteme, Zürich 1849. — Derbès et Solier, Sur les organes reproduct. d. algues (Ann. sc. nat. Sér. 3, Bot. T. 14, Paris 1850). — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae, Bd. 6, 7, Nordhausen 1856—1857. — W. Harvey, Nereis boreali-americana, III (Smithson. Contrib. to knowledge, Vol. V, Washington 1857); Phycologia Australica, Vol. 1—5, London 1858—1863. — A. Famintzin, Beitr. z. Kenntn. d. *Valonia utricularis* (Bot. Zeit., Leipz. 1860). — J. E. Gray, On *Anadyomene* and *Microdictyon* (Journ. of Bot., Vol. IV, 1866). — F. Schmitz, Beob. üb. d. vielkernigen Zellen d. *Siphonocladaceen* (Festschr. d. naturf. Gesells., Halle 1879). — J. G. Agardh, Till Algernes Systematik, Nya bidr. 5 Afd. *Siphoneae* (Lunds Univ. Årsskr., Bd. 23, Lund 1887). — G. Murray and L. A. Boodle, A struct. and syst. account of the genus *Struvea* (Annals of Botany, Vol. 2, No. 7, London 1888). — J. Reinke, Atlas deutscher Meeresalgen, I, Berlin 1889. — G. Murray, On a new genus of Chlorophyceae, *Boodlea* (Journ. of Linn. Soc. Bot., London 1889). — J. de Toni, Sylloge Algarum I, Patavii 1889, p. 357—384. — G. Murray, On the struct. of *Dictyosphaeria* Decne. (Phycol. Mem. P. I, London 1892). — J. Huber, Contrib. à la conn. des Chaetophorées (Ann. sc. nat., 7. Ser. Botan., T. 16, Paris 1892). — G. Murray, On *Halicystis* and *Valonia* (Phycolog. Memoirs 1893). — F. Heydrich, Beitr. z. Kenntn. d. Algenflora von Ostasien (Hedwigia B. 33, Dresden 1894). — J. G. Agardh, Analecta Algologica

Cont. I. (Act. Soc. Physiograph. Lundensis T. 29, Lundae 1894). — D. Fairchild, Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung bei *Valonia* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1894). — G. Bitter, Zur Morph. u. Physiol. v. *Microdictyon umbilicatum* (Pringsheim's Jahrbücher, B. 34, Leipzig 1899). — K. Okamura, Illustrations of marine Algae of Japan, Vol. I, Tokyo 1901–1902. — C. M. Crosby, Observ. on *Dictyosphaeria* (Minnesota Botan. Studies, Ser. 3, Part. 1, Minneapolis 1903). — F. Brand, Die Anheftung der Cladophoraceen usw. (Beih. z. bot. Zentralblatt, 1904). — A. Weber van Bosse, Note sur le genre *Dictyosphaeria* Dec. (Nuova Notarisia XVI, 1905). — F. Børgesen, Contributions à la connaissance du genre *Siphonocladus* Schmitz. (Kgl. danske Videnskabernes Selskabs forhandling, 1905). — M. A. Howe, Phycological Studies I, (in Bull. Torrey Bot. Club, Vol. 32, 1905, 241). — O. Kuckuck, Abhandl. üb. Meeresalgen I. Ub. Bau u. d. Fortpflanzung v. *Halimeda* u. *Valonia* (Botan. Zeitung, Jahrg. 1907, Abt. I, Leipzig 1907). — K. Okamura, Icones of Japanese Algae No. 8, Tokyo 1908. — A. and E. S. Gepp, Marine Algae (Chlorophyceae a. Phaeophyceae) and Mar. Phaner. of »Sealark« Expedition (Transactions of Linn. Soc. Ser. 2. Bot., Vol. VII, Part. 10, London 1908). — F. Børgesen, Some *Chlorophyceae* from the Danish West Indies (Bot. Tidsskrift, København, 1911 und 1912); The marine Algae of the Danish West Indies. I. *Chlorophyceae* (Dansk botanisk Arkiv, Bd. 1, 1913). — W. Arnoldi, Materialien zur Morph. der Meeressiphonaceen II. Bau des Thalloms von *Dictyosphaeria* (Flora CV, 1913). — A. Weber van Bosse, Liste des Algues du Siboga I *Myxophyceae*, *Chlorophyceae*, *Phaeophyceae* (Uitkomst op zool. bot. etc. gebied verz. in Nederlandsch Oost-Indie, Monogr. LIXa, Leiden 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast of North America II, *Chlorophyceae* (University of California Publications in Botany, 1920). — F. Børgesen, Marine Algae from Easter Island (The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island, Edited by C. Skottsberg, Vol. II, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae from the Gulf of California (Proceed. of the California Acad. of Sc., Vol. XII, 1924). — N. Svedelius, On the discontinuous geographical Distribution of some tropical and subtropical marine Algae (Arkiv för Botanik, Bd. 19, No. 3, 1924). — F. Børgesen, Marine Algae from the Canary Islands, I, *Chlorophyceae* (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3, 1925). — A. W. Setchell, Notes on *Microdictyon* (University of California Publications in Botany, Vol. 13, No. 3, 1925). — Y. Yamada, Studien über die Meeresalgen von der Insel Formosa (Bot. Mag. Tokyo, Bd. 39, 1925). — Henrik Printz, Die Algenvegetation des Trondhjemsfjordes (Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I, Matem. Naturv. Kl. 1926, No. 5).

Merkmale. Der Thallus besteht in den jüngsten Stadien aus einer einzigen riesigen, blasen- oder keulenförmigen Zelle, die mittels Rhizoiden befestigt ist. Die Zelle bleibt aber selten ungeteilt, meist entstehen durch sog. segregative Teilungen sehr verschiedenartige, mehrzellige Thalli (büschelig, kugelig, polster-, feder- oder pinselförmig, blattartig oder ganz verworrene Rasen), bei denen die einzelnen Zellen oder Fäden da, wo sie sich gegenseitig berühren, durch kleine Hafter fest verknüpft sind. Der Chromatophor besteht aus polygonalen Platten, die gewöhnlich zu einem parietalen Maschenwerk vereinigt sind, und fast jede Platte enthält 1 Pyrenoid. Die Kerne sind zahlreich in jeder Zelle und in gleichen Abständen voneinander angeordnet. Die Zellteilungen sind von Kernteilungen ganz unabhängig. Als Vermehrungsorgane sind bei den meisten Gattungen 2 oder 4geißelige Zoosporen bekannt; Aplanosporen kommen auch vor. Die vegetativen Zellen entwickeln sich direkt zu Sporangien, und die zahlreichen birnförmigen Zoosporen entschlüpfen durch meist schwach emporgeshobene Poren in der Mutterzellwand.

Vegetationsorgane. Der Thallus der *Valoniaceae* besteht in seiner Jugend nur aus einem einfachen, nicht zellulären Schlauch, der mittels Rhizoiden befestigt ist (Fig. 208 h). Die primitivsten Formen bleiben ihr ganzes Leben solche schlauchförmigen Körper (*Halicystis* [Fig. 200]), während die Thalli der höheren Typen mehrzellig werden und oft in einen Stiel und eine Spreite geteilt werden können (z. B. *Struvea*, Fig. 208). Die Zellen oder Fäden, die die mehrzelligen Thalli aufbauen, sind häufig durch kleine Hafter (Tenacula, Fibula) verkettet, wodurch der Thallus Halt gewinnt und zu einem einheitlichen Ganzen fester verknüpft wird (Fig. 201, 203, 208). Wo sich die Zellen oder Fäden gegenseitig berühren, gliedern sie einen ein- oder mehrzelligen Hafter ab, und zarte Fortsätze dieses letzteren umwachsen den fremden Ast. Man vermutet hier Reizwirkungen. Der Thallus der verschiedenen Gattungen ist sonst in der äußeren Gestalt überaus variabel, während der innere Bau der Zellen recht gleichartig erscheint.

Den einfachsten morphologischen Bau hat *Halicystis* (Fig. 200), bei welcher Gattung der ganze Thallus nur aus einer ovalen Zelle mit einem unverzweigten Rhizoid besteht. Einzellig, aber verzweigt, bleibt der Thallus von *Apjohnia*, deren dichot., tricho-, poly-

tomische, zylindrische Verzweigungen nur durch Einschnürungen ohne Querwände voneinander getrennt sind. Bei *Chaetosiphon* (Fig. 209) besteht der Thallus aus einer \pm reich verzweigten, schlauchförmigen Zelle ohne Querwände, ist aber stellenweise eingeschnürt, und nur die Sporangien werden hier durch eine Wand abgetrennt. Vom Thallus gehen lange Haare aus, die nicht von einer Querwand abgegliedert sind. Einzellig sind auch die kissenförmigen epiphytischen Zellen von *Blastophysa*. Bei allen übrigen Gattungen wird der

Thallus später mehrzellig. In der einfachsten Weise geschieht dies bei *Valonia*; hier sammeln sich an gewissen, \pm regelmäßigen Stellen des 1zelligen, keulenförmigen Thallus später kleine chlorophyllreiche Protoplasamassen an, grenzen sich mittelst einer uhrglasförmigen Querwand von dem übrigen Teil des Thallus ab und wachsen später zu Ästen von demselben Bau wie die Mutterzelle aus, die sich in der gleichen Weise weiter verzweigen können; auf dieselbe Art bildet die ursprüngliche Zelle eine Anzahl einzelliger Rhizoiden mit \pm regelmäßiger Stellungen. Bei den meisten Gattungen der *Valoniaceae* hat Börgesen (1905 und 1913) eine auffallende Zellteilung beobachtet, die er segregative Teilung nennt. Bei dieser Teilung zerfällt der ganze Inhalt der Zelle, mit Chromatophoren, Kernen usw., simultan unter starker Kontraktion in mehrere größere oder kleinere mehrkernige Ballen. Diese runden sich ab und ziehen sich voneinander zurück, später aber vergrößern sie sich, pressen sich gegeneinander und bilden dann erst feste Wände aus. So erhält jede der eben entstandenen Zellen ihre eigene Membran, welche ganz unabhängig von der Mutterzellwand ist. Wenn Zweige gebildet werden sollen, treiben diese kleinen Zellen Fortsätze nach auswärts, und diese müssen die Wand der alten Schlauchzelle durchbrechen, verlängern sich und können sich in der geschilderten

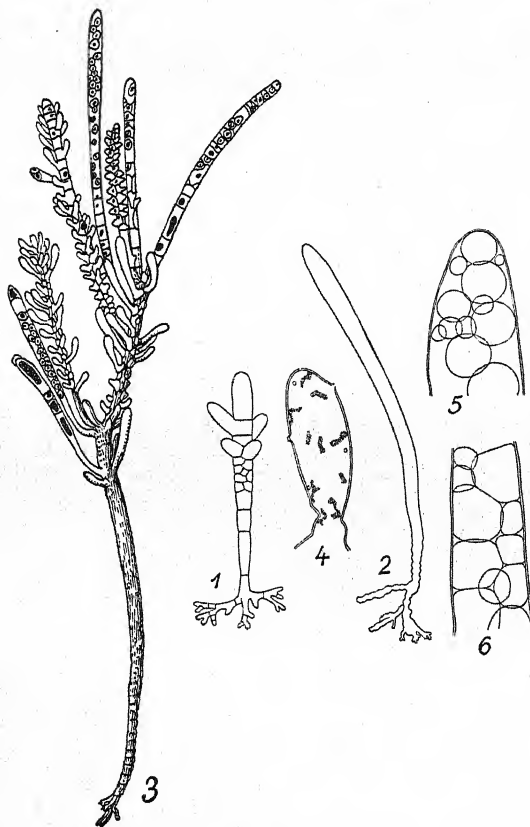


Fig. 196. 1 *Siphonocladus pusillus* (Kütz.) Hauck. Eine ganz junge Pflanze. — 2–6 *S. tropicus* (Crouan) J. Ag. 2 Junge noch ungeteilte Pflanze; 3 Habitus einer älteren Pflanze mit Ästen in verschiedenen Stadien der segregativen Teilung; 4 Zoosporangium mit schwach emporgehobenen Öffnungen; 5 und 6 schematische Stadien der segregativen Zellteilungen. (1 nach Schmitz, 4/1; 2–6 nach Börgesen, 2 ca. 10/1, 3 3/1, 4–6 30/1.)

Weise aufs neue verzweigen. Die Zweige können sich unter wiederholter Verzweigung bei vielen Gattungen zu Polstern, Ballen usw. verschlingen (Fig. 196).

Die kugeligen massiven Thallome von *Dictyosphaeria* (Fig. 201) entstehen durch ähnliche Teilungen der ursprünglichen keuligen Initialzelle und werden aus großen blasigen Zellen gebildet, die durch die eben erwähnten Hafter zu einem festen Gewebe miteinander verkettet sind. Viele Arten dieser Gattung bleiben ihr ganzes Leben solche festen Körper, bei anderen dagegen, z. B. *D. favulosa*, erfahren nur die peripheren Zellen Teilungen, während die mittleren absterben und zerrissen werden, und indem sich dieses mehrere Male wiederholt und die inneren Zellen allmählich absterben, entsteht eine hohle Blase, die infolge äußerer Einwirkungen bersten kann, so daß der Thallus in älterem Stadium eine an der Basis durch Rhizoiden befestigte leere Schale mit unregelmäßigem Rande bildet.

Ernodesmis (Fig. 206) besitzt einen keulenförmigen Hauptsproß, der mit Rhizoiden am Substrat befestigt ist, und trägt am Scheitel einen Astwirtel, der sich nochmals in gleicher Weise verzweigen kann. Jede Zelle stellt einen großen Schlauch dar. An der Basis der Äste brechen oft Hafter hervor, welche dieselben auf der Mutterzelle verankern. Bei *Siphonocladus* (Fig. 196) und *Chamaedoris* (Fig. 207) erhebt sich von dem stark und unregelmäßig verzweigten vielzelligen Wurzelteil ein ursprünglich einzelliger, keulenförmiger Stamm, der bei *Siphonocladus* kurz und weniger von dem übrigen, schwach verzweigten Teil des Thallus geschieden, nachträglich durch Querwände gefächert ist, bei *Chamaedoris* aber 5—10 cm lang, einzellig, aber reichlich eingeschnürt und deutlich von dem aus dicht

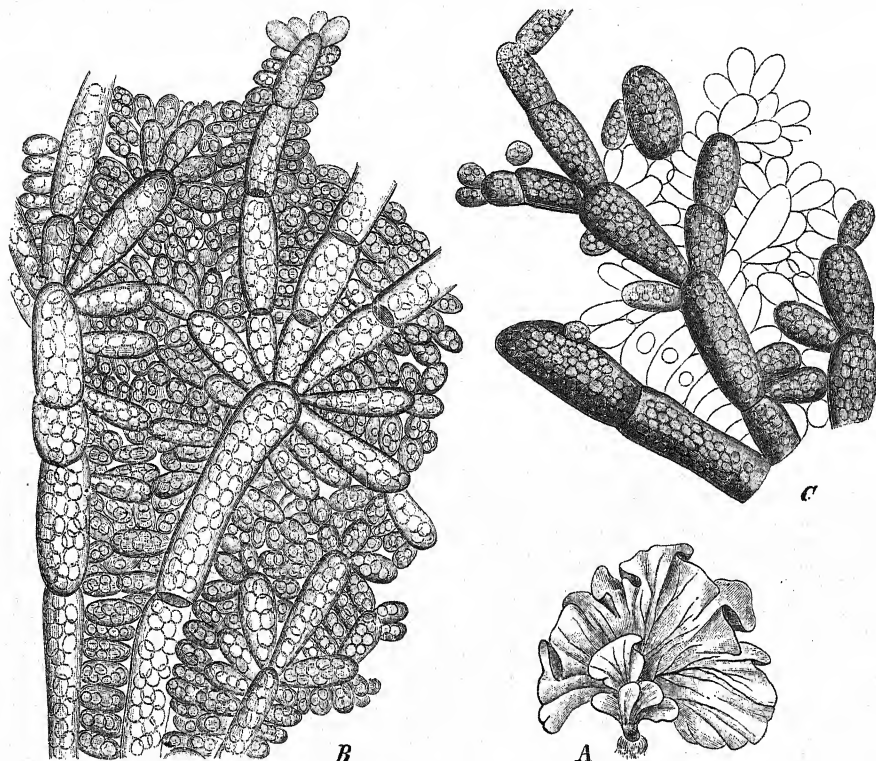


Fig. 197. *Anadyomene stellata* (Wulf.) Ag. A Die Alge in natürlicher Größe; B Stück aus dem Rande des Thallus; C einige Zellen zu Zoosporangien umgebildet, aus welchen die Zoosporen ausgeschwärmt sind. (A nach Kützinger; B, C nach Derbes und Solier, 50/1.)

verfilzten Verzweigungen bestehenden Kopfe getrennt ist; bei beiden Gattungen sind die Verzweigungen beinahe niemals durch eine Querwand von der Mutterachse getrennt (wie es z. B. bei den Cladophoraceen der Fall ist). — Bei der Unterabteilung *Anadyomeneae* liegen alle Zellen in einer Ebene, und der Thallus hat entweder die Form einer sitzenden unregelmäßigen Schale oder er ist \pm deutlich gestielt und blattartig (*Microdictyon* [Fig. 204 und 205], *Anadyomene* [Fig. 197] und *Rhipidiphyllon*), dabei mit Ausnahme von *Anadyomene* netzförmig durchbrochen. Bei *Anadyomene* besteht der Thallus (von den Rhizoiden abgesehen) aus 2 Arten von Zellen; die einen sind lang, keulenförmig, verzweigen sich fächerartig und bilden die Rippen des Thallus; die anderen füllen die Zwischenräume zwischen den ersteren aus, sind senkrecht gegen jene gestellt, oval oder eckig, kurz oder haben lappenförmige Vorsprünge, die entweder übereinander oder zwischeneinander eingreifen. Die Hauptachsen von *Boodlea* (Fig. 203) sind nach oben hin opponiert oder allseitig reich verzweigt, und die zahlreichen Äste vereinigen sich nach allen Richtungen hin zu einem schwammigen Netzwerk.

Cladophoropsis (Fig. 202), die früher zu den *Cladophoraceae* gerechnet wurde, bildet ein \pm reich verzweigtes Astbüschel mit Spitzenwachstum, dessen Zweige nicht durch eine Querwand vom Muttersproß abgegliedert sind; mehrere dieser Büschel ballen sich zu Polstern oder *Aegagropila*-ähnlichen, freirollenden Ballen zusammen. Die Zellen selbst sind im Hauptstamm und in dem unteren Teil der Verzweigungen von *Apjohnia*, im Stiel von *Struvea*, *Ernodesmis*, *Siphonocladus* und *Chamaedoris* mit ringförmigen, dichtstehenden Einschnürungen versehen, so daß die Zellwand aus einer großen Zahl von Ringen zusammengesetzt erscheint. Die Zellmembran ist im allgemeinen ziemlich fest und nur selten schwach inkrustiert. Der innere Bau der Zellen ist ziemlich gleichartig.

Blastophysa (Fig. 210) ist wie *Chaetosiphon* (Fig. 209) mikroskopisch, epi- oder endophytisch lebend. Sie besitzt kissenförmige, am Rande tief eingeschnittene Zellen, während die endophytischen oft fast kugelig erscheinen. Die Zellen entsenden Fortsätze, welche an der Spitze zu einer neuen großen Zelle anschwellen, während die Fortsätze ganz entleert werden. Farblose Borsten sind vorhanden. Diese Gattung zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit *Protosiphon* und wird daher häufig zu dieser Familie gerechnet.

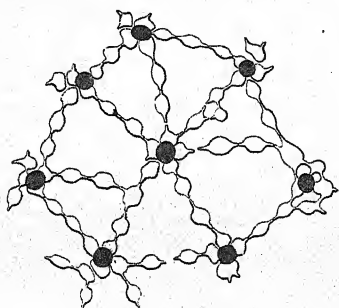


Fig. 198. *Cladophoropsis psyttaliensis* (Schmitz) Börgesen. Stück einer netzförmig durchbrochenen Chlorophyllscheicht; die Zellkerne sind dunkel gehalten und die Pyrenoide weggelassen. (Nach Schmitz.)

Bei den *Valoniaceae* und *Boodleae* bildet das Protoplasma eine dünne Bekleidung der Wand und enthält eine große Anzahl regelmäßig verteilter Zellkerne und längliche, eckige, scheibenförmige, oft in den älteren Teilen zu einer netzförmigen Wandbekleidung vereinigte Chromatophoren (Fig. 198) mit je 1 Pyrenoid. Bei den *Anadyomeneae* ist das Protoplasma nicht nur wandständig, sondern es durchsetzt noch als ein Netzwerk das Innere der Zelle; die Zellkerne sind in den Knotenpunkten der den Zellraum durchsetzenden Maschen wandständig und regelmäßig geordnet, stehen aber in keinem bestimmten Verhältnis zu der Anordnung der Pyrenoide; die Chromatophoren verhalten sich wie bei den *Valoniaceae*, finden sich zuweilen aber auch in dem den Zellraum durchsetzenden Netzwerk; sie enthalten nicht sämtlich Pyrenoide, und die stärkebildenden Pyrenoide sind in den Zellen regelmäßig verteilt.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Als Vermehrungsorgane sind bei den meisten Gattungen (*Halicystis*, *Valonia*, *Dictyosphaeria*, *Blastophysa*, *Chaetosiphon*, *Siphonocladus*, *Microdictyon*, *Anadyomene*, *Boodlea* und *Cladophoropsis*) Zoosporen bekannt. Die Zoosporen entwickeln sich simultan; je eine um einen Zellkern entweder, mit Ausnahme der Rhizoiden, in allen vegetativen Zellen, so bei *Valonia* (Fig. 199) und *Siphonocladus*, oder in den kleineren Zellen, welche bei *Anadyomene* die Rippen des Thallus verbinden. Die Zoosporen sind ei- oder birnförmig (Fig. 199 D) und haben an dem vorderen farblosen Ende 2 (z. B. bei *Halicystis*) oder 4 (z. B. *Valonia*?) Geißeln und meist 1 roten Augenpunkt. Die Zellen kürzerer oder längerer Seitenzweige bilden sich direkt zu Zoosporangien um. Die Zoosporen werden aus einer oder bisweilen aus mehreren meist schwach emporgehobenen seitlichen Öffnungen entlassen (Fig. 196, 4). Zwecks Bildung von Zoosporen sammelt sich am Scheitel der Zelle von *Halicystis* Plasma mit Kernen in dichten Massen. In diesen differenzieren sich die Schwärmer und treten durch eine oder mehrere Öffnungen am Scheitel aus. Merkwürdigerweise wird hier das zoosporenbildende Plasma nicht durch eine Wand von der übrigen Zelle abgetrennt und nach Entschlüpfen der Zoosporen findet sich am Scheitel der Zelle ein fast leerer Raum. Neue lebende Substanz mit Chromatophoren und Kernen usw. kann jetzt aus dem übrigen Teil der Zelle in jenen einwandern und erneuert zur Zoosporenbildung schreiten. Die Öffnung in der Membran wird nach jedem derartigen Akt wieder geschlossen. Die Zoosporen von *Halicystis* haben 2 lange Geißeln und zahlreiche Chromatophoren, aber kein Stigma (Fig. 200 C).

Bei mehreren Gattungen, z. B. *Ernodesmis*, *Petrosiphon* und wahrscheinlich auch bei *Struvea* kommen Aplanosporen vor. Diese können bei *Valonia* und *Siphonocladus* auch auf künstliche Weise durch Verwundung erzeugt werden, indem dann derjenige Teil des Protoplasmas, der nicht abstirbt, sich zu 1 oder mehreren Kugeln zusammenballt, die

je 1 oder mehrere Zellkerne und dicht gedrängte Chlorophyllkörner enthalten, sich mit einer Membran umgeben und später zu neuen Pflanzen auswachsen können.

Bei gewissen Gattungen können einzelne Zellen bald nach der Teilung oder Thallusfragmente sich aus dem Verbande lösen und neu auswachsen.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Bei *Halicystis* sind 2 Formen von Schwärmzellen mit 2 Geißeln beobachtet worden, größere, die sicher Zoosporen sind und kleinere, schlankere, schwach grüne Schwärmer (Fig. 200 D), die wahrscheinlich Isogameten sind. Die Kopulation ist aber nicht sicher beobachtet worden.

Geographische Verbreitung. Die *Valoniaceae* kommen ausschließlich im Meere und vorzugsweise in den Tropen vor. Verschiedene derselben finden sich auch an den Küsten

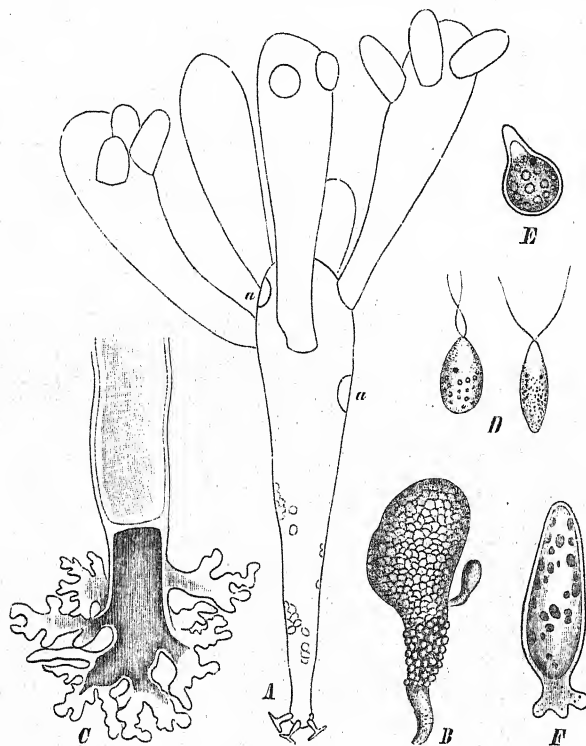


Fig. 199. *Valonia utricularis* (Roth) Ag. A Ganze Pflanze, die schlauchförmige Stammzelle trägt an der Spitze 5 entwickelte Astzellen und 2 Randzellen (a, a), die noch nicht zu Seitenästen ausgewachsen sind, in der unteren Hälfte der Stammzelle finden sich kleine Randzellen in größerer Anzahl, vereinzelt oder gehäuft, und an der Basis sind 3 Randzellen zu klammerartigen Rhizoiden ausgewachsen (4/1); B Zelle, welche Zoosporen entwickelt; C verzweigtes Ende eines alten Rhizoids; D Zoosporen; E, F keimende Zoosporen. (A nach Schmitz; B–E nach Famintzin.)

von Australien und im Stillen Ozean. Arten der Gattungen *Valonia*, *Siphonocladus*, *Microdictyon* und *Anadyomene* zeigen sich jedoch auch im Mittelmeer und *Halicystis ovalis* (Lyngb.) Aresch. sogar an den Küsten von Skandinavien.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Familie der *Valoniaceae* umfaßt 5 Unterfamilien: *Valonieae*, *Boodleeae*, *Anadyomeneae*, *Siphonocladeae* und *Chaetosiphoneae*, die vielleicht ebensogut als besondere Familien aufgestellt werden könnten. Am niedrigsten stehen die *Valonieae*, welche sich durch *Halicystis* an *Protosiphon* anschließen. Von *Halicystis* kann *Valonia* abgeleitet werden und von dieser Gattung in der einen Richtung *Dictyosphaeria*, in der anderen *Apjohnia*.

Die *Boodleeae*, welche durch den Mangel von Querwänden an der Basis der Zweige sowie durch ihre relativ langen Zellen charakterisiert sind, stehen den *Valonieae* recht

nahe und sind wohl mit dieser Unterfamilie eng verknüpft. Die hierhergehörigen Gattungen *Cladophoropsis* und *Boodlea* stehen einander nahe und vermitteln einen Übergang zu den *Cladophoraceae*.

Die Unterfamilie *Anadyomeneae* mit blattartigem, flachem Thallus, der durch Verwachsung der in einer Ebene liegenden Äste charakterisiert ist, läßt sich von den *Boodleae* ableiten. *Rhipidiphyllon* bildet die niedrigste Stufe mit offenem, großmaschig durchlöcherter Netze und ist die Gattung, welche *Cladophora* am nächsten steht, dann folgt *Microdictyon* mit dichterem und festerem Thallus und endlich *Anadyomene*, deren Blättchen recht derb sind.

Die *Siphonoclaadeae* entstehen alle aus einer einzigen, recht großen, zylindrisch-keulenförmigen, mit basalen Einschnürungen versehenen Zelle, die während des weiteren Wachstums des Thallus eine Hauptachse bildet. Diese Unterfamilie leitet sich von *Valonia* ab und bildet einen natürlichen Übergang zu den *Dasycladaceae*. *Siphonocladus* steht am niedrigsten. An diese Gattung schließt sich ganz nahe *Petrosiphon* und entfernter *Struvea* und *Chamaedoris* an.

Die *Chaetosiphoneae* umfassen nur 2 Gattungen: *Chaetosiphon* und *Blastophysa*, deren genetische Verwandtschaft sehr unsicher ist, weil diese Algen durch ihre endo- und epiphytische Lebensweise sehr umgebildet worden sind. *Blastophysa* schließt sich wohl am nächsten an *Valonia* an, zeigt aber auch gewisse Ähnlichkeit mit *Protosiphon*. Die Haarbildungen deuten Verwandtschaft mit den *Chaetophoraceae* an, sonst aber zeigen diese Algen am meisten Ähnlichkeit mit den *Valoniaceae*.

Eine scharfe Scheidung dieser Unterfamilien ist zur Zeit kaum möglich, und mehrere Gattungen zeigen Charaktere, die Übergänge zwischen ihnen bilden. Von den einzelnen Autoren werden deshalb auch die Grenzen an recht verschiedenen Stellen gezogen.

Einteilung der Familie.

A. Thallus makroskopisch.

- a. Thallus aus einer großen blasenförmigen Zelle bestehend, oder mehrere fast gleiche, aufgeblasene, kantige Zellen zu einem polsterförmigen Lager vereinigt

I. Valoniaceae.

- a. Thallus einzellig, unverzweigt, kugelig oder blasenförmig 1. *Halicystis*.
 β. Thallus zuletzt mehrzellig.

- I. Thallus unverzweigt, aus mehreren großen, kantigen Zellen zu fast kugeligen Gewebe miteinander verkettet 3. *Dictyosphaeria*.

II. Thallus zuletzt mit Verzweigungen.

1. Die älteren Zellen unregelmäßig verzweigt, die Verzweigungen durch Wände abgegrenzt 2. *Valonia*.
 2. Die älteren Zellen dichoto-polytomisch verzweigt, ohne Querwände 4. *Apjohnia*.

b. Thallus immer mehrzellig.

- a. Thallus mit einer Hauptachse, allseitig verzweigt, die Zweige werden nicht durch Querwände von dem Hauptstamm abgegrenzt II. *Boodleae*.

- I. Der Thallus bildet verworrene Polster oder freiliegende Ballen, die aus vielen, verzweigten, langzelligen Individuen bestehen 5. *Cladophoropsis*.

- II. Hauptachse nach oben reicher, oft wirtelig verzweigt; die Äste zu einem fast schwammigen Netzwerk vereinigt 6. *Boodlea*.

β. Thallus aus netzförmig oder blattartig zusammengewachsenen Zellen gebildet; Verzweigung in einer Ebene III. *Anadyomeneae*.

- I. Thallus nur aus einer Art ungefähr gleichartiger, zylindrischer Zellen bestehend (Zwischenzellen fehlen).

1. Verzweigung akropetal, die jungen Zellen gehen vom oberen Teil der Mutterzelle unter spitzem Winkel aus 8. *Rhipidiphyllon*.

2. Verzweigung nicht ausschließlich akropetal, die jungen Zellen gehen unter größerem Winkel aus 7. *Microdictyon*.

II. Thallus von zwei Arten Zellen gebildet (Zwischenzellen vorhanden)

9. *Anadyomene*.

- γ. Thallus mit einer großen axilen Stammzelle, mit ringförmigen, basalen Einschnürungen IV. *Siphonoclaadeae*.

I. Thallus mit einer einfachen, recht groben Stielzelle.

1. Verzweigung allseitig, die Äste nicht oder wenig verzweigt

11. *Siphonocladus*.

2. Verzweigung akropetal, wiederholt wirtelig 10. *Ernodesmis*.

3. Verzweigung kopfförmig, aus reich verzweigten und verfilzten Fäden gebildet 13. Chamaedoris.
 4. Verzweigung federförmig, in einer Ebene 14. Struvea.
 II. Thallus polsterförmig 12. Petrosiphon.
 B. Thallus mikroskopisch, epi- oder endophytisch V. Chaetosiphoneae.
 a. Thallus schlauchförmig 15. Chaetosiphon.
 b. Thallus kissenförmig oder, wenn endophytisch, kugelig 16. Blastophysa.

I. Valoniaceae.

Der Thallus besteht ursprünglich aus einer großen, blasenförmigen oder verzweigten Zelle, die durch uhrglasförmige Wände kleine Zellen abschneiden kann, die klein bleiben können oder bisweilen zur Größe der Mutterzelle heranwachsen und wodurch polsterförmige, oft unregelmäßige Lager entstehen können. Die Hauptzelle ist durch ein Rhizoid befestigt oder lebt epiphytisch an anderen Pflanzen. Im wandständigen Protoplasma sind viele Zellkerne und zahlreiche, scheibenförmige Chromatophoren mit oder ohne Pyrenoid. Vermehrung durch vegetative Verzweigungen, durch Aplanosporen und Zoosporen mit 2 (oder 4?) Geißeln. Wahrscheinlich isogame Gametenkopulation.

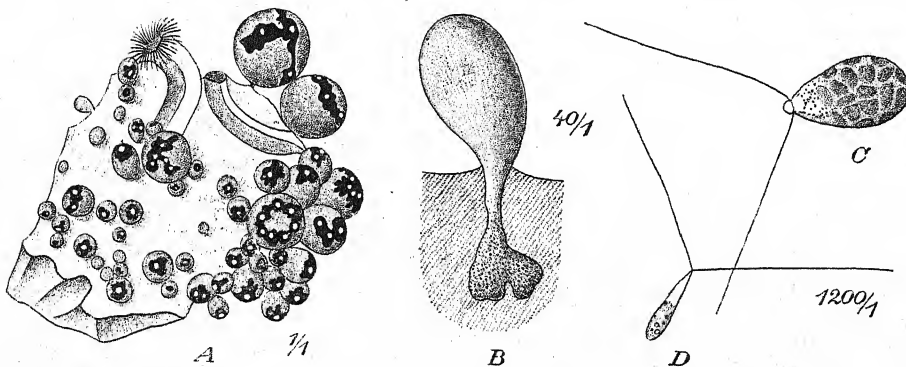


Fig. 200. *Halicystis ovalis* (Lyngb.) Aresch. A Individuen mit verschieden gestalteten Zoosporenansammlungen; B Individuum mit dem endophytischen Rhizom; C Zoospore; D Gamet(?). (Nach P. Kuckuek, A natürliche Größe, B 40/1, C, D 1200/1.)

1. *Halicystis* Areschoug, Phyc. Scand. (1850) 221 (Fig. 200 A—D). (*Valonia* Agardh p. p., Species Algae I [1821] 431; *Gastroidium* Lyngbye p. p., Tentam. Hydrophyt. Dan. [1819] 72, Tab. 18, A; *Botrydium* Kützinger p. p., Phycol. gener. [1843] 305.) — Ovale oder fast kugelige Blasen, die mit einem tief in das Substrat eindringenden knollenförmigen oder gegabelten Haftorgan befestigt sind. Die Chromatophoren sind parietal, klein, scheibenförmig, länglich, dichtliegend, mit oder ohne Pyrenoide. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Das Rhizom überwintert und dient als Speicherungsorgan. Die Zellkerne sind zahlreich, klein, wandständig. Eine große, zentrale Vakuole. Vermehrung durch Zoosporen, die ohne Querwandbildung durch Transport des Inhalts zum Scheitel der Blase gebildet werden und durch ein oder mehrere Löcher heraustreten. Wenn die Zoosporen entleert sind, findet sich dort, wo sie entstanden, ein fast leerer Raum, und in diesen wandert nun aus dem übrigen Teil der Zelle allmählich neue lebende Substanz mit Chromatophoren und Kernen ein. Diese können dann erneut zur Zoosporenbildung schreiten. Die Zoosporen sind birnförmig, haben im hinteren Ende zahlreiche Chromatophoren, im vorderen farblosen Ende unterhalb eines kleinen, kegelförmigen Aufsatzes 2 lange Geißeln; Stigma fehlt. Die Gameten (?) entstehen in ähnlicher Weise, sind bedeutend kleiner und sehr schlank, sie sind im hinteren Ende schwach grün und haben im vorderen farblosen Ende 2 lange Geißeln. Kopulation nicht sicher beobachtet.

Nur 2 Arten, *H. ovalis* (Lyngb.) Aresch. (= *Valonia ovalis* [Lyngb.] Ag.) kalkbohrend in *Lithothamnion*-Arten im Atlantischen und Stillen Ozean und *H. parvula* Schmitz im Mittelmeere.

2. *Valonia* Ginnani, Opere post., Vol. I (1757) 38 (Fig. 199 A—F). — Der Thallus besteht aus makroskopischen, nicht inkrustierten, keulig-blasenartigen Zellen mit etwas

irisierendem Glanze, die entweder einzeln oder in scheinbar ungeordneten Klumpen ± dicht gedrängt oder in Form deutlicher Palisaden gestellt sind, und ist mittels einzelliger, unregelmäßiger, meist reich verzweigter Rhizoiden dem Substrat äußerlich angeheftet. Die Rhizoiden sind durch Querwände vom Hauptstamm abgegrenzt. Die Zellen führen eine riesige Vakuole und einen mäßig dicken, plasmatischen Wandbelag, in dem die zahlreichen Kerne in gleichem Abstand verteilt liegen, und weiter gegen die Zellhaut befinden sich die parietalen, plattenförmigen, in zahlreiche Spitzen ausgezogenen und netzförmig gruppierten Chromatophoren, die teilweise Pyrenoide enthalten. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. Durch uhrglasförmige Wände werden Zellen herausgeschnitten, die in dreierlei Weise auswachsen können: 1. zu großen, der Mutterzelle ähnlichen, blasenförmigen Zellen,

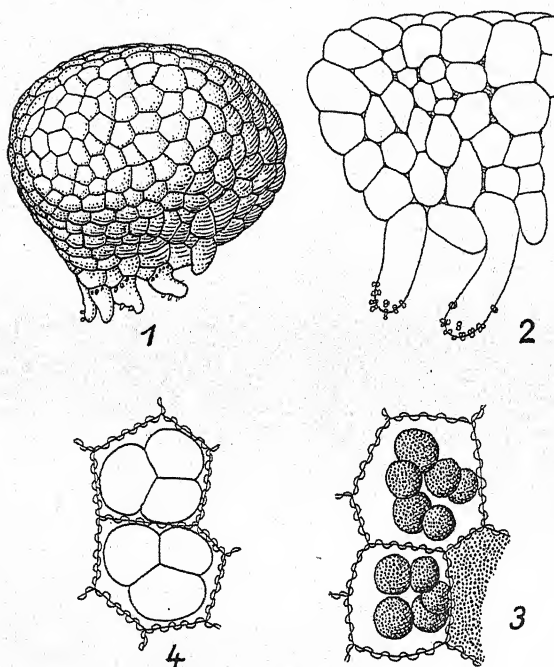


Fig. 201. 1, 3 und 4 *Dictyosphaeria favulosa* (Ag.) Deene. 1 Pflanze von außen; 3 und 4 sukzessive Stadien der segregativen Zellteilungen. — 2 *D. van Bosseae* Børgesen. Pflanze im Längsschnitt. (Nach Børgesen, 1 ca. 5/1, 2, 3 und 4 ca. 7/1.)

welche der Assimilation und Ernährung dienen und denen auch die Bildung der Zoosporen vorbehalten bleibt; 2. zu großen Uhrglaszellen, in welchen die Chromatophoren, Pyrenoide und Zellkerne sehr dicht liegen; diese Zellen dienen als Speicherorgane und auch als Schutzlager; 3. zu kleinen Uhrglaszellen, die meistens in Gruppen stehen und gewöhnlich zu einzelligen Hapteren auswachsen. Im Alter werden die Thalli daher mehrzellig, ein oder mehrere Male schirm- oder büschelförmig verzweigt, an der Basis der Äste mit Wänden versehen, die Äste von verschiedener Ordnung, dem Hauptstamm gleichend und ohne ringförmige Einschnürungen; aus den horizontal kriechenden Sprossen entstehen neue aufgerichtete Blasen, wodurch oft dichtgedrängte Polster gebildet werden können. Die Zoosporen entstehen in einem Teil der wandständigen Protoplasmaschicht und treten durch zahlreiche, kreisrunde Löcher aus. Die Zoosporen sind birnförmig mit mehreren Chromatophoren ohne Pyrenoide und tragen am Grunde eines kleinen,

kegelförmigen, farblosen Aufsatzes des Vorderendes 4 (?) Geißeln und ein großes Stigma. Infolge mechanischer und anderer Eingriffe ballt sich der Inhalt der *Valonia*-Zellen zu größeren oder kleineren Kugeln, welche sich abrunden, sich mit einer Membran umgeben und eventuell zu neuen Pflanzen auswachsen. Sie stellen eine Art von Aplanosporenbildung dar. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Etwa 15 Arten in subtropischen und tropischen Meeren, *V. macrophysa* Kütz., *V. utricularis* (Roth) Ag. und *V. aegagropila* Ag. im Mittelmeere.

3. *Dictyosphaeria* Decaisne in Ann. Sc. Nat., Sér. II, 17 (1842) 328 (Fig. 201 1—4). — Der Thallus besteht aus großen blasigen und kantigen Zellen, die durch kleine Hafter zu einem massiven, fast kugeligen Gewebe miteinander verkettet sind. Die Hafter können die ganzen Zellen umsäumen, soweit solche an andere stoßen. Gegen die Unterlage werden Fortsätze entsandt, welche ebenfalls mit Haftern versehen sind. Oft ragen Zellulosezapfen und Leisten von der Membran ins Innere der Zelle hinein. Das Protoplasma mit den Kernen und Chromatophoren bildet nur eine dünne peripherische Schicht; die Chromatophoren sind plattenförmig mit 1—3 Pyrenoiden, in den größeren Zellen können die Chromatophoren netzförmig zusammenhängen. Das Assimilationsprodukt ist Stärke; fettes Öl kommt aber

auch vor. Das Plasma zerfällt unter starker Kontraktion in eine Anzahl von Ballen (3—5); diese dehnen sich später, flachen sich gegeneinander ab und bilden, nachdem sie sich mit Haut umgeben haben, die polyedrischen Zellen, welche so charakteristisch hervortreten. Der Zusammenhang zwischen diesen Zellen wird durch kleine Hafter sekundär hergestellt. Einige Arten bleiben ihr ganzes Leben lang feste Körper; bei anderen dagegen sind nur die jugendlichen Pflanzen fest, später erscheinen ein- bis mehrschichtige Hohlkugeln dadurch, daß nur die peripheren Zellen Teilungen erfahren, während die mittleren zerrissen werden. Nach Erreichung einer gewissen Größe kann der Ball in seinem oberen Teile bersten und rollt sich dann schalenförmig zu einer ein- bis mehrschichtigen Fläche zusammen. Vermehrung durch birnförmige Zoosporen, die unter gleichen Erscheinungen wie bei *Valonia* gebildet werden und durch zahlreiche kleine Poren in der Mutterzellwand entschlüpfen. Außerdem können die bei der segregativen Teilung entstandenen Bälle bisweilen frei werden und als Aplanosporen zu neuen Pflanzen heranwachsen. Eine Art von Vermehrungsakineten entsteht dadurch, daß einzelne Zellen bald nach der Teilung sich aus dem Verbands lösen und neu auswachsen.

6 Arten in den tropischen und subtropischen Meeren, *D. favulosa* (Ag.) Decne., *D. sericea* Harv., *D. Enteromorpha* Mill. et Mont., *D. intermedia* Web. v. Bosse, *D. Versluysi* Web. v. Bosse und *D. van Bosseae* Börgesen. Im Mittelmeere ist bisher kein Vertreter dieser Gattung gefunden.

4. *Apjohnia* Harvey in Tayl. Ann. Nat. Hist., Sér. II, 15 (1855) 335. — Thallus schwach inkrustiert, regelmäßig dichoto-polytomisch verzweigt, einzellig, aber mit starken Einschnürungen an den Verzweigungsstellen; die Äste in verschiedener Ordnung, ähneln dem Hauptstamm und haben gleich diesem an dem unteren Teil dichte, ringförmige Einschnürungen. Die Rhizoiden sind nicht durch Wände von dem Hauptstamm abgegrenzt und ohne Querwände. Fortpflanzungsorgane unbekannt.

1 Art im Meere, an den Küsten Australiens. *A. laetevirens* Harv. (= *Struvea scoparia* Kütz.)

II. Boodleae.

Der Thallus ist polsterförmig oder bildet freirollende Ballen, er ist aus einer an der Unterlage mit Rhizoiden befestigten Hauptachse gebildet, welche nach oben hin nach allen Richtungen reich verzweigt ist, so daß oft ein schwammiges Netzwerk entsteht. Die Ver-

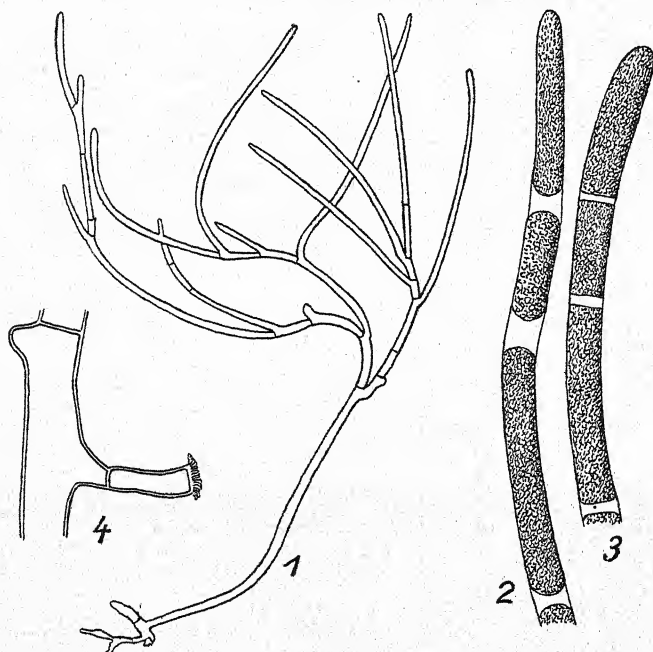


Fig. 202. *Cladophoropsis membranacea* (Ag.) Börgesen. 1 Eine herauspräparierte ganze Pflanze; 2, 3 Zweigspitzen mit verschiedenen Stadien der segregativen Zellteilungen; 4 Hapterenzelle. (Nach Börgesen, 1 ca. 5/1, 2, 3 ca. 15/1, 4 30/1.)

kettung wird mit Hilfe besonderer Hafter vollzogen. Die Zweige werden nicht durch eine Querwand vom Muttersproß abgegliedert. Die Zellen sind meist relativ lang und teilen sich durch segregative Teilung.

5. *Cladophoropsis* Börgesen in Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. (1905) 288 (Fig. 202, 1—4). (*Siphonocladus* Schmitz p. p., Über grüne Algen aus dem Golfe von Athen in Sitzungsberichte der Naturforsch. Gesellsch. zu Halle [1878]; *Conferva* Agardh, p. p., Systema Algarum [1824]). — Die Pflanze bildet verworrene Polster oder freiliegende Ballen, aus vielen unregelmäßig verzweigten Individuen bestehend, die durch nicht verzweigte

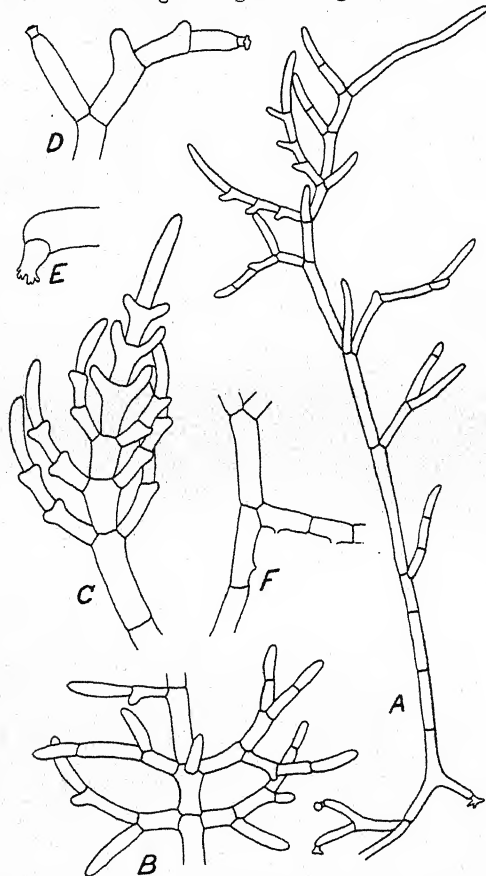


Fig. 203. *Boodlea siamensis* Reinb. A Teil eines Thallus, an der Basis mit Haftern; B, C Teile von Thalli mit opponierter Verzweigung; D, E Zweigspitzen mit Haftern; F Zoosporangien. (Nach Börgesen, A ca. 15/1, B—D, F 25/1, E 35/1.)

C. voluticola (Har.) Börg., *C. Zollingeri* (Kütz.) Börg., *C. robusta* Setchell et Gardner, *C. herpestica* (Mont.) Howe, *C. peruviana* Howe und *C. coriacea* Yendo. Viele sind früher als *Siphonocladus*-Arten beschrieben.

6. *Boodlea* Murray et de Toni in Journ. Linn. Soc. Bot., Vol. XXV (1889) 243 (Fig. 203, a—f). (Inkl. *Cladophora* Harv. et Hook. p. p., in Journ. Bot. I, 157; *Aegagropila* Kütz., auct. pl.; *Microdictyon* (Harv.) Dickie, Algae of Mangaja in Journ. Linn. Soc. Bot. XV, 33.) — Die Hauptachsen des Thallus sind reich und dicht verzweigt, die Zweige entweder regelmäßig opponiert oder wirtelig oder höchst unregelmäßig, und die Verzweigungsart kann in den einzelnen Teilen derselben Pflanze eine recht verschiedenartige sein. Die zahlreichen Äste sind zu einem schwammigen starren und verworrenen polsterför-

Hafter, ein Zweig mit dem anderen, verkettet sind. An dem basalen Teil der Pflanzen treten größere Rhizoiden hervor, die aus stark gelappten Zellen gebildet sind. Keine ringförmigen Einschnürungen. Die Zweige wachsen durch Spitzenwachstum und werden nicht durch Querwände von dem Hauptstamme abgegrenzt, ihre Zellen haben aber eine sehr wechselnde Länge. Bei der segregativen Zellteilung zerfällt der Inhalt einer Zelle simultan in mehrere Portionen. Diese runden sich zunächst stark ab und ziehen sich voneinander zurück, später aber pressen sie sich gegeneinander und bilden dann erst feste Querwände aus. Die dadurch entstandenen Zellen können später zu Ästen usw. auswachsen. Der Chromatophor besteht aus zahlreichen polygonalen oder abgerundeten Platten, die in jüngeren Zellen durch zarte Verlängerungen zu einem parietalen Netzwerk verknüpft sind. In älteren Zellen liegen die Chlorophyllplatten meist frei. In jeder Platte 1 Pyrenoid. Viele Zellkerne. Zoosporangien entstehen durch direkte Umbildung des Inhalts gewöhnlicher terminaler oder interkalärer vegetativer Zellen; sie erzeugen viele Zoosporen, die durch schwach emporgehobene Poren in der Mutterzellwand frei werden. Möglicherweise können auch Aplanosporen gebildet werden.

Ca. 15 Arten in den tropischen Meeren, *C. brachyartrus* (Sved.) Börg., *C. con-crescens* (Reinb.) C. *eriguus* (Möb.) Börg., *C. fasciculatus* (Kjellm.) Börg., *C. membranaceus* (Ag.) Börg., *C. modonensis* (Kütz.) Börg., *C. psyttaliensis* (Schmitz) Börg., *C. Rhodensis* (Reinb.), *C. Sundanensis* Reinb.,

migen Netzwerk vereinigt, in dem die Fäden mit Hilfe besonderer terminaler, selten lateraler Hafter (Fibula, Tenacula) fest verknüpft sind. Zellen zylindrisch, kurz oder lang. Basale Rhizoiden können vorkommen. Die Zellen teilen sich durch segregative Teilungen, indem der protoplasmatische Inhalt einer Zelle mit Chromatophoren, Kernen usw. in mehrere Ballen geteilt wird. Die Ballen vergrößern sich allmählich, bis sie einander berühren, und erst dann werden sie durch Querwände getrennt. Der Chromatophor besteht aus zahlreichen, polygonalen, zu einem parietalen Netzwerk vereinigten Platten, deren jede 1 Pyrenoid enthält. Zoosporen entstehen zahlreich in einer Zelle, die ganz zu einem Zoosporangium umgebildet wird, und entschlüpfen durch eine relativ große Pore in der Mutterzellwand. Viele Zellkerne in jeder Zelle.

6 Arten im Stillen, Indischen und Atlantischen Ozean, *B. composita* (Harv. et Hook.) Brand (= *Cladophora composita* Harv. et Hook., *Aegagropila composita* Kütz.), *B. kaenana* Brand, *B. siamensis* Reinb., *B. paradoxa* Reinb., *B. van Bossei* Reinb. Die größte Verbreitung hat *B. siamensis* Reinb., von dem Roten Meere und Afrika bis zu den Samoa-Inseln; sie kommt überdies auch in Westindien vor.

III. Anadyomeneae.

Die Zellen werden durch Querwände geteilt, und die Zweigstellen, die sämtlich in einer Ebene liegen, sind untereinander netzförmig, oft mittels Hapteren zu einem blattartigen Thallus verwachsen, welcher durch eine Scheitelzelle weiterwachsen oder sich verzweigen kann. Thallus mit einem kurzen, basalen Stiele durch Rhizoiden dem Substrat aufsitzend. Die Zellen, die sich segregativ

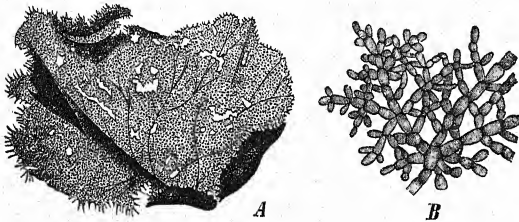


Fig. 204. *Microdictyon Montagneum* Gray. A Die Alge in natürlicher Größe; B ein Teil des Umkreises, die Verzweigung zeigend. (Nach Montagne, B 20/1.)

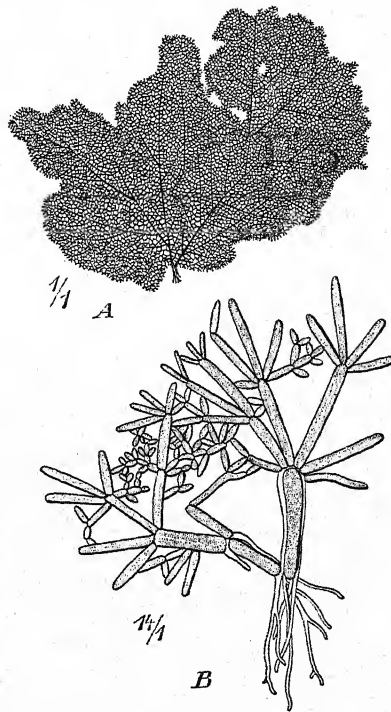


Fig. 205. *Microdictyon japonicum* Setchell. (= *Rhipidiphyllon reticulatum* Okamura). A Thallus in natürlicher Größe; B der untere Teil mit Rhizoiden. (Nach K. Okamura, B 14/1.)

teilen, sind mehrkernig und haben eine wandständige zylindrische Chlorophyllplatte und einen netzförmigen Chromatophor mit vielen Pyrenoiden. Die Zoosporen haben 2 Geißeln und werden von den kleineren Astzellen gebildet.

7. *Microdictyon* Decaisne in Arch. du Museum, Paris, Vol. II (1839) 115 (Fig. 204, A, B und Fig. 205). (*Conferva* Velley p. p., in Transact. Linn. Soc. Vol. V [1800] 169; *Hydrodictyon* Agardh. p. p., Systema Algar. [1824] 85; *Dictylema* Rafinesq.; *Rhipidiphyllon* Heydrich p. p. in Hedwigia, Vol. 33 [1894] 281; *Rhipidisiphon* Okamura, Illus. Jap. Algae, Vol. I [1902] 91). — Thallus sitzend oder kurz gestielt, mit kurzen Rhizoiden befestigt, trichterförmig oder unregelmäßig ausgebreitet, nur aus einer Art ungefähr gleichartiger, zylindrischer Zellen bestehend, die von gewissen Zentren in einer Ebene ausstrahlen und mit den Enden zusammengewachsen sind, so daß sie ein Netz von unregelmäßig eckigen Löchern bilden. Die jüngsten Äste wachsen annähernd senkrecht auf ältere Sprosse zu, flachen ihre Spitze bei der Berührung mit diesen ab und bilden einen Verdickungsring aus Zellulose, der die verschiedenen Äste fest verkittet. Bei einigen Arten sind die Zweige mittels Hapteren (Tenacula) verwachsen, die nicht durch eine Querwand abgegliedert sind.

Die Fäden können bisweilen in anderer Richtung als in der Fläche des Netzes auswachsen, und die Fadenspitzen können aus dem gewöhnlichen in einen rhizoidenartigen Zustand mit basitroper Verzweigung übergehen. Der Chromatophor besteht aus kleinen polygonalen Platten, die zuzeiten als ein offenes Netzwerk zusammenhängen. Jede Platte enthält 1 Pyrenoid. Schwärmsporen (geschlechtlose?) können von allen Zellen gebildet werden.

Etwa 13 Arten, weit verbreitet in den tropischen Meeren und im Mittelmeer. Die Abgrenzung der Arten dieser Gattung ist zur Zeit noch eine völlig unsichere und unklare.

8. Rhipidiphylon Heydrich in Hedwigia, Bd. 33 (1894) 281. — Der Thallus ist blattartig, fächerförmig, aus einem Lager wiederholt handförmig und strahlig geordneter Zellen gebildet, die durch wenige Tenacula locker zusammenhängen und so ein Netz bilden, dessen längliche Maschen an der Basis größer, nach dem Rande zu kleiner werden. Akropetales Spitzenwachstum. Zwischenzellen fehlen. Die Verzweigung ist akropetal, die jungen Zellen gehen vom oberen Teil der Mutterzelle unter spitzem Winkel aus und liegen sämtlich in einer Ebene. Ungegliederte Rhizoiden gehen von den untersten Enden der basalen Zellen aus, wachsen diesen entlang, und erst wenn sie die Wirtspflanze erreichen, teilen sie sich in zahlreiche dünnere Rhizoiden auf. Wo sich die Zellen an der Spitze gegenseitig berühren, wird ein Verdickungsring aus Zellulose gebildet. Der Chromatophor besteht aus zahlreichen Platten, die ein parietales Netzwerk bilden, und zahlreiche Pyrenoide liegen in diesem regelmäßig zerstreut. Vermehrung unbekannt.

Nur 1 Art, *R. reticulatum* (Asken.) Heydr. (= *Anadyomene reticulata* Asken.) an größeren Meeresalgen (*Galaxaura* u. a.) bei Australien und der Osterinsel. Die von Okamura aus Formosa angegebene *R. reticulatum* hat sich als ein *Microdictyon* erwiesen, *M. japonicum* Setchell; dies ist auch der Fall mit der von Yamada ebenfalls aus Formosa beschriebenen *R. nigrescens* (= *M. nigrescens* [Yamada] Setchell).

Übrigens ist die ganze Gattung etwas unsicher, und über die Berechtigung, sie von *Microdictyon* zu trennen, herrscht Zweifel.

9. Anadyomene Lamouroux, Hist. Polyp. corall. flex. (1812) 365 (Fig. 197 A—C). (Inkl. *Calonema* Gray in Journ. of Bot. Vol. IV [1866]; *Macrodictyon* Gray, l. c.; *Grayemma* Gray, l. c.; *Stenocystis* Gray, l. c.; *Cystodictyon* Gray, l. c.; *Flabellaria* p. p., Delle Chiaje, Hydrophyt. Neap. [1829] Tab. 54; *Ulva* Wulfen p. p. in Jacq. Collect. I [1786] 351.) — Thallus blattartig, meist oval-nierenförmig, ganz oder gelappt, nicht oder ± durchlöchert, oft zu mehreren an einem kurzen Stiel sitzend, der an der Unterlage mittels mehrerer verzweigter Rhizoiden befestigt ist. Die Fläche des Thallus, die einheitlich am Rande wächst, ist aus reich verzweigten, dichopolytomischen Fadensystemen aufgebaut, in denen man 2 Arten von Zellen unterscheiden kann. Soweit sie die Fäden niederer Ordnung, die die Rippen darstellen, zusammensetzen, sind sie ziemlich lang, zylindrisch, oval oder keulenförmig, oft gedunsen, an den Gliedern höherer Ordnung dagegen (Zwischenzellen), die federförmig von den Seiten der Rippen ausstrahlen und die großen Zwischenräume zwischen diesen ausfüllen, sind sie kürzer, ovaleckig oder gelappt und, wo sie sich gegenseitig berühren, durch Zelluloseringe fest verbunden. Diese kleinen Zellen können bisweilen auch senkrecht zur Thallusoberfläche austreiben und diese oft als eine doppelte Schicht von Querbalken überziehen, die sogar über die Rippen hinübergreifen und den ganzen Thallus mit einer Rindenschicht aus polyedrischen Zellen bekleiden. Der Chromatophor besteht aus kleinen, polygonalen, häufig dreieckigen Platten, die oft zu einem parietalen Netzwerk zusammenhängen; in älteren Zellen liegen die Chlorophyllplatten meist isoliert. Jede Platte enthält 1 Pyrenoid. In den kurzen Querkzellen werden durch simultane Teilung eine große Anzahl von Schwärmsporen gebildet, die durch ein rundes Loch in der Mitte austreten. Von den unteren langen Rippenzellen wachsen dickwandige Wurzelfäden abwärts aus, die die unteren älteren Teile bisweilen wie eine Rinde überdecken können und einen dicken Stiel darstellen; unten breitet er sich zu einer flachen Haftscheibe aus.

10 Arten, die in den tropischen und subtropischen Meeren wachsen.

Sekt. I. *Cystodictyon* (Gray in Journ. of Bot., Vol. IV, 1866, p. 72 — als Gattung!). Thallus ohne Rindenschicht, mit größeren und kleineren, runden oder ovalen Löchern. *A. Leclancherii* Dene (= *Cystodictyon Leclancherii* [Dene.] Gray), *A. clathratum* (Mart.) Heydr. (= *Microdictyon clathratum* Mart., *Macrodictyon clathratum* [Mart.] Gray) und *A. pavoninum* (J. Ag.) (= *Cystodictyon pavoninum* J. Ag.).

Sekt. II. *Euanadyomene*. Thallus ohne Rindenschicht, nicht oder nur von kleinen Spalten durchlöchert. *A. stellata* (Wulf.) Ag., *A. Wrightii* Harv. und *A. circumsepta* J. Ag.

Sekt. III. *Calonema* (Gray in Journ. of Bot., Vol. IV, 1866, p. 45 — als Gattung!). Thallus mit einer Rinde, die eine besondere äußere Schicht bildet. *A. aruensis* Zanard., *A. plicata* Ag., *A. Brownii* (Gray) J. Ag. (= *Calonema Brownii* Gray) und *A. Menziesii* Harv.

IV. Siphonocladaceae.

Der Thallus besteht aus einer unteren, axilen, großen, zylindrischen oder keulenförmigen Stammzelle, die am Grunde mit ein- oder mehrzelligen Rhizoiden befestigt und mit ringförmigen Einschnürungen versehen ist; im oberen Teil der Stammzelle treten quere oder schräge Wände auf, und die dadurch gebildeten kleinen Zellen können ohne Teilung zu Ästen auswachsen oder \pm verzweigte Äste bilden. Die Zellen teilen sich segregativ (auch *Ernodesmis*?), sind mehrkernig und haben einen netzförmigen Chromatophor mit vielen Pyrenoiden. Die Zoosporen können in allen Astzellen entstehen und wachsen direkt zu neuen Zellen aus.

10. *Ernodesmis* Börgesen in Bot. Tidsskrift, Bd. 32 (1912) 259 (Fig. 206 1—2). (Inkl. *Valonia* Kütz. p. p., Species Algarum [1849] 508; Tabulae Phycologicae VI, Tab. 88.) — Hauptsproß keulenförmig, am basalen Ende mehrmals ringförmig zusammengezogen und mittels unregelmäßig verzweigter, gegliederter Rhizoiden am Substrat befestigt; er kann auch als losgerissener *Aegagropila*-ähnlicher Ballen vorkommen. Am Scheitel des Hauptsprosses beginnt die Zweigbildung dadurch, daß sich hier reichlich Protoplasma mit Kernen und Chromatophoren sammelt. Die ganze Masse wird durch eine deutlich gekrümmte Wand von der Hauptzelle abgeschnitten, und nun wächst die so entstandene Zelle nach auswärts zur neuen an der Basis verengten Keule von der Gestalt der Mutterzelle heran. Jede Keule stellt eine große Zelle dar und entsteht am Scheitel jeweils sukzedan. Der so entstandene regelmäßige Astwirtel kann sich nochmals in gleicher Weise verzweigen. An der Basis der Äste brechen oft (bei segregativen Zellteilungen?) Hafter hervor, welche sie auf der Mutterzelle verankern. Der Chromatophor besteht aus zahlreichen, unregelmäßigen, parietalen Chlorophyllplatten, die bisweilen ringförmig zusammenhängen. In jeder Platte 1 Pyrenoid. Vermehrung durch Zoosporen, die durch zahlreiche Poren mit halsförmig hervorgezogenen Öffnungen entschlüpfen. Aplanosporen wahrscheinlich.

1 Art, *E. verticillata* (Kütz.) Börgesen (= *Valonia verticillata* Kütz.) im Atlantischen Ozean bei den Kanarischen Inseln, bei Westindien und Brasilien.

11. *Siphonocladus* (Schmitz in Sitzber. Nat. Ges. Halle [1878] Börgesen in Oversigt Kgl. Dansk. Vidensk. Selsk. Forhdl. (1905) 259 (Fig. 196 1—6). (*Apjohnia* Crouan in Mazé et Schramm, Alg. Guadelope II [1870—77] 105.) — Die ursprüngliche junge Pflanze besteht aus einer einzigen keulenförmigen Zelle, die, nachdem sie eine gewisse Entwicklung erreicht hat, mit dem Wachstum aufhört. Der einzellige Thallus hat ringförmige Einschnürungen an der Basis und wird durch reichlich verzweigte quergeteilte Rhizoiden befestigt, die ihrerseits sekundäre Schläuche über das Substrat emportreiben und damit größere Gruppen solcher bilden können. Die Rhizoiden können Stärke u. a. speichern. Auf einer gewissen Altersstufe beginnt das Plasma, das bis dahin das Innere der Keule in mäßig dicker Schicht auskleidete, sich in größere und kleinere kugelige Ballen zu sondern, die sich unter Abrundung oft ziemlich weit voneinander trennen. Später rücken sie wieder aneinander, platten sich gegeneinander ab und umgeben sich mit einer Membran. Dann erst ist die Zelle zum Verzweigen fertig, und indem die kleinen Zellen nach auswärts Fort-

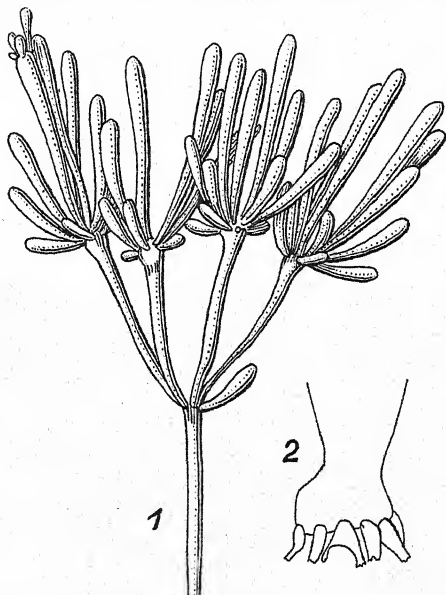


Fig. 206. *Ernodesmis verticillata* (Kütz.) Börgesen. 1 Eine ganze Pflanze; 2 Unterende einer Zelle mit Haftern. (Nach Börgesen.)

sätze treiben, die die Wand der alten Schlauchzelle durchbrechen, werden Zweige gebildet; sie verlängern sich erheblich, nehmen allmählich die Gestalt der Mutterzelle an und besitzen auch ringförmige Einschnürungen an der Basis. Sie können sich in der geschilderten Weise aufs neue verzweigen usw., werden oft recht lang und können sich dann zu Polstern, Ballen usw. verschlingen. Die Zweige stehen in offener Verbindung mit der Zelle, aus welcher sie hervorgewachsen sind. Der Chromatophor ist netzförmig mit vielen Pyrenoiden. Zoosporen entstehen in Zoosporangien, die durch Umbildung eines ganzen Zweiges mit seinem Basalstück aus der Mutterzelle gebildet werden; die Zoosporen entschlüpfen durch zahlreiche, etwas emporgehobene Poren in der Mutterzellwand.

3 Arten im Meereswasser, *S. pusillus* (Kütz.) Hauck im Mittelmeer, *S. tropicus* (Crouan) J. Ag. (= *Apjohnia tropica* Crouan) in Westindien und im Indischen Ozean und *S. rigidus* Howe an den Bahamainseln.

12. **Petrosiphon** Howe in Bull. Torrey Bot. Club, Vol. 32 (1905) 247. — Unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, daß der Thallus unregelmäßige, aber bestimmt

begrenzte, am Rande monostromatische, von Kalk inkrustierte Polster bildet, die durch Hapteren an der Unterlage befestigt sind, und aus unregelmäßig geteilten Zellreihen besteht, die dichotomisch oder lateral verzweigt sind und radial herauswachsen. Vermehrung durch Aplanosporen.

Nur 1 Art, *P. adhaerens* Howe, litoral an Kalkfelsen der Bahamainseln. Die Alge kommt symbiotisch mit einem Pilze vor.

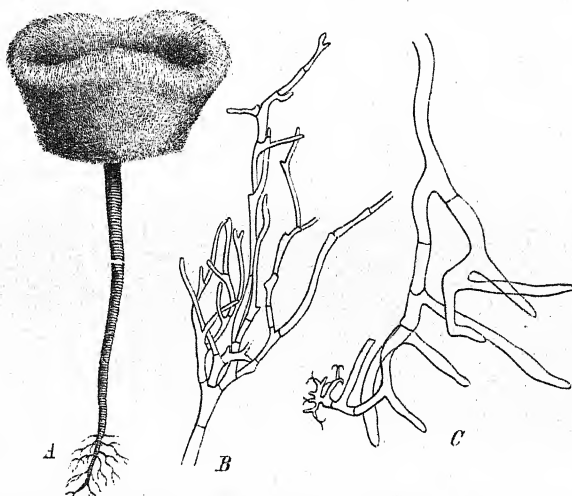


Fig. 207. *Chamaedoris Peniculum* (Sol.) O. Kuntze. A Ganzes Individuum in natürlicher Größe; B Teil der Verzweigungen des Kopfes; C Teil eines Rhizoids. (Nach Wille, B, C 6/1.)

13. **Chamaedoris** Montagne in Ann. Sc. Nat., Sér. II, 18 (1842) 261 (Fig. 207, A—C). (Inkl. *Scopularia* Chauvin, Rech. Organisat. Fructific. et Classific. d'Algues [1842] 122; *Nesaea* Lamouroux, Hist. Polyp. corall. flex. [1816] 256; *Penicillus* Lamarck, Ann. Tom. II, 299;

Corallina Solander, Zoophyt. 127, Tab. VII, Fig. 5—8 et Tab. XXV, Fig. 1; *Cephalothrix* Duchass., Anim. radiar. des Antilles [1850] 28.) — Der zylindrische, einzellige, ursprünglich glatte, später dicht mit Einschnürungen versehene Stiel trägt oben einen rundlichen oder schalenförmigen Kopf, der aus dicht verfilzten, durch gewöhnliche segregative Zellteilungen gebildeten, reich und unregelmäßig verzweigten, mehrzelligen Fäden besteht. Diese Fäden werden untereinander durch Hafter, sog. Tenacula, verkettet. Unten hat der Stiel reich und unregelmäßig verzweigte, mehrzellige Rhizoiden. Von den kriechenden Rhizoiden können häufig zahlreiche neue Pflanzen emporwachsen, so daß dichte Rasen gebildet werden. Querwände an der Basis der Äste kommen im allgemeinen nicht vor. Der Chromatophor besteht aus unregelmäßigen, polygonalen Platten, die, jedenfalls in jüngeren Stadien, an den Ecken netzförmig zusammenhängen und je 1 Pyrenoid führen.

1 Art in den tropischen Meeren, *Ch. Peniculum* (Sol.) O. Kunze (= *Ch. annulata* [Lamarck] Mont. = *Nesaea annulata* Lamour. = *Penicillus annulatus* Lamarck = *Scopularia annulata* Chauvin) auf Kalkfelsen.

14. **Struvea** Sonder in Bot. Zeitung, Bd. III (1845) 49 (Fig. 208 a—i). (Inkl. *Cormodictyon* Piccone, Crociera del Corsaro Alge [1884] 21; *Phyllodictyon* Gray in Journ. of Botany IV [1866] 69; *Pterodictyon* Gray l. c. 70.) — Von den unregelmäßigen, reich verzweigten, gegliederten, kriechenden Rhizoiden erheben sich aufrechte Thalli, welche aus einem Stiel und einer Blattspreite (Reticulum) bestehen. In den jüngsten Stadien wird der Thallus aus einer keulenförmigen, bisweilen verzweigten und mit Querrunzeln ver-

sehenen Zelle gebildet. Wenn diese ihre normale Länge erreicht hat, wird die obere Region durch in segregativer Teilung gebildete Querwände in regelmäßige Zellen zerlegt, und die Scheitelzelle leitet dann weiteres Längenwachstum ein. Die Gliederzellen der Hauptachse entsenden dann durch weitere segregative Teilungen genau fiederförmig gestellte Seitensprosse, und diese verzweigen sich ihrerseits nochmals wieder in derselben Ebene wie die Muttersprosse bis zu Ästen 4. Ordnung. Die letzten Auszweigungen greifen kreuzweise übereinander, und das Ganze gewinnt Halt und wird zu einer einheitlichen Spreite durch Verankerung dieser kleinsten Äste auf den älteren. Ein Zweig, welcher einen anderen berührt, gliedert 1—2 kurze Zellen (Tenacula) ab, und zarte Fortsätze dieser letzteren umfassen den anderen Ast. Der Chromatophor besteht aus unregelmäßigen, polygonalen Platten, deren Ecken häufig vorgezogen und netzförmig verbunden sind. In jeder Platte 1 Pyrenoid. In den Zellen ballt sich bisweilen der Inhalt zu größeren und kleineren Kugeln, die wahrscheinlich Aplanosporen darstellen.

9 oder 10 Arten in den tropischen Meeren, die meisten in Australien, Afrika und im mexikanischen Golfe, z. B. *S. plumosa* Sond., *S. pulcherrima* (Gray) Murr. et Boodle (= *Phyllocladon pulcherrimum* Gray), *S. Gardineri* A. et E. S. Gepp, *S. orientalis* A. et E. S. Gepp, *S. elegans* Börgesen; *S. anastomosans* (Harv.) Piccone kann symbiotisch mit einem Tiere (*Hali-chondria*) leben und wurde dann als besondere Art *Spongocladia vaucheriaeformis* Aresch. beschrieben.

V. Chaetosiphoneae.

Der Thallus ist kissenförmig oder besteht aus einer \pm reich verzweigten, schlauchförmigen Zelle ohne Querwände, die lange Haare aussenden kann. Im wandständigen Protoplasma sind viele Zellkerne und zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren mit Pyrenoid. Die Zoosporangien werden durch eine Wand abgetrennt. Die Zoosporen haben 2 oder 4 Geißeln und schlüpfen durch die Haare oder durch eine von der Zellwand gebildete halsförmige Öffnung aus. Vermehrung auch durch Ausläufer und durch Zellteilungen.

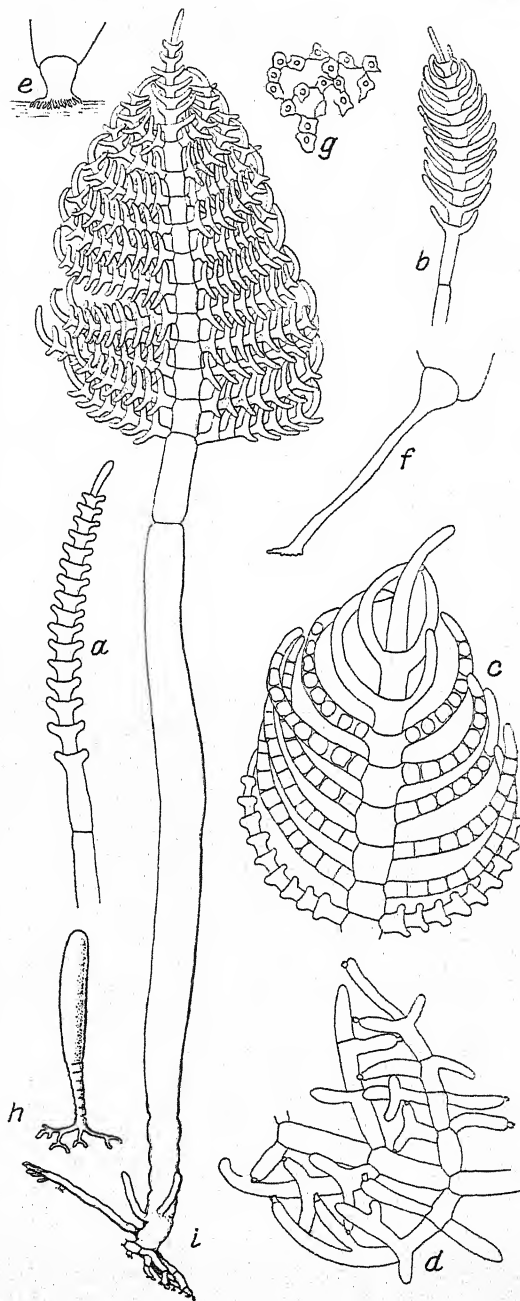


Fig. 208. *Struvea elegans* Börgesen. a—c Scheitel junger Pflanzen in verschiedenen Stadien der Verzweigung, bei c sind die oberen Äste noch ungeteilt, und weiter unten folgen sukzessive Stadien der segregativen Teilung; d Teil eines älteren Thallus, bei dem die äußersten Zweigspitzen durch Hafter verknüpft sind; e, f Hafter; g Chromatophoren mit Pyrenoiden; h Stiel noch einzellig; i eine junge Pflanze mit Stiel und Spreite. (Nach Börgesen, a, b ca. 3/1, c 6/1, d 10/1, e, f 70/1, g 300/1, h, i ca. 3/1.)

15. *Chaetosiphon* Huber in Ann. Sc. Nat., Ser. VII, 16 (1892) 342 (Fig. 209 A—D). — Thallus reich verzweigt, einen stellenweise eingeschnürten, aber einheitlichen Schlauch bildend. Die Zweigspitzen senden außerhalb der Wirtspflanze lange, ungegliederte Haare aus, die nicht durch eine Querwand abgetrennt sind. Die Chromatophoren sind parietale, scheibenförmige, polyedrische Platten mit 1 Pyrenoid. Viele relativ große Zellkerne. Bei der Zoosporenbildung trennt sich ein Teil des Thallus durch eine Querwand ab, und es entstehen eine Anzahl eiförmiger oder ovaler Zoosporen mit 2 Geißeln, Stigma und mehreren Chromatophoren, die durch die Haare, welche sich im Scheitel öffnen, heraus-schlüpfen und sofort keimen.

Nur 1 Art, *Ch. moniliformis* Huber endophytisch in abgestorbenen *Zostera*-Blättern an der Mittelmeerküste Frankreichs.

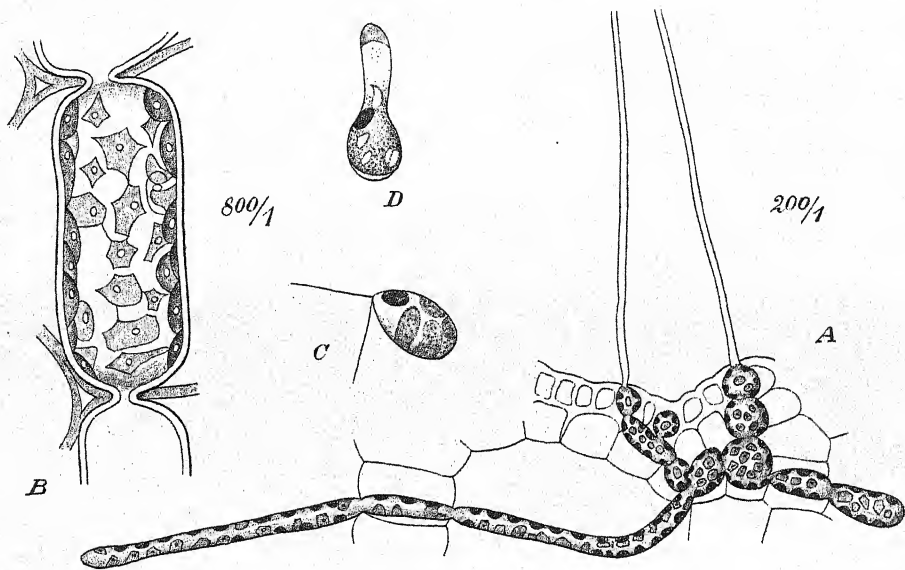


Fig. 209. *Chaetosiphon moniliformis* Huber. A Querschnitt eines *Zostera*-Blattes mit einem Thallus; B Teil einer Röhre, Chromatophoren und Zellkerne zeigend; C Zoospore; D keimende Zoospore. (Nach J. Huber, A 200/1, B—D 800/1.)

16. *Blastophysa* Reinke in Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Bd. 6 (1888) 241 (Fig. 210 A—C). (Inkl. *Phaeophila* Hansg. p. p., Über neue Süßwasser- und Meeresalgen in Sitzber. Kgl. Böhm. Gesellsch. d. Wissensch. [1890] 5.) — Zellen mikroskopisch epiphytisch oder durch alle Übergänge endophytisch lebend, von sehr wechselnder Gestalt. Die endophytischen Exemplare sind ziemlich regelmäßig abgerundet, die epiphytischen sind kissenförmig, ± isodiametrisch-langgestreckt, am Rande sehr unregelmäßig eingeschnitten, wodurch breitere oder schmalere Lappen gebildet werden. Zellwand relativ dick, farblos, glatt, zeigt häufig Schichtung, besonders an den Spitzen der Lappen befinden sich zuzeiten lokale Membranverdünnungen, die die Form von Zähnen annehmen können. Die Chromatophoren sind zahlreiche, parietale, polygonal abgerundete Platten, wovon einzelne ein bedeutendes Pyrenoid führen. Auf der Oberseite der Zellen gehen entweder einzeln oder büschelig stehende, sehr lange und dünne, vollständig hyaline Borsten von einer zwiebelartig angeschwollenen Basis aus. Borsten können aber auch fehlen. Von den Zellen gehen inhaltsgefüllte Ausläufer aus; sie schwellen an der Spitze an und bilden dort eine neue Zelle, die von dem jetzt ganz inhaltleeren Ausläufer durch eine Wand abgegrenzt wird und die den Ursprung zu einem neuen *Blastophysa*-Individuum gibt. Außer durch diese Knospung durch Ausläufer erfährt die Gattung Vermehrung durch Zellteilungen, die in vielen Fällen mehr den Charakter einer Zellenabschnürung annehmen. Solange die Wirtspflanze im Wachstum verharret, werden die dadurch gebildeten Tochterzellen infolge des Wachstums

der Unterlage voneinander getrennt. Die Zoosporen entstehen in großer Anzahl und werden durch eine halsförmige Öffnung entleert, sie sind oval oder eiförmig mit 4 Geißeln und 1—2 Stigmen. (Die als Aplanosporen gedeuteten Gebilde sind wahrscheinlich Zoosporen, die im Zoosporangium keimen.)

Es sind 3 Arten beschrieben, *Bl. rhizopus* Reinke, *Bl. polymorpha* Kjellman und *Bl. arrhiza* Wille, die epi- oder endophytisch in *Zostera* und einer ganzen Reihe verschiedener Meeresalgen (*Chorda*, *Hildenbrandtia*, *Desmotrichum*, *Laminaria*, *Nemalion*, *Dumontia* usw.) sowohl im Atlantischen wie im Stillen Ozean vorkommen. Von den genannten Arten müssen jedoch sicher die

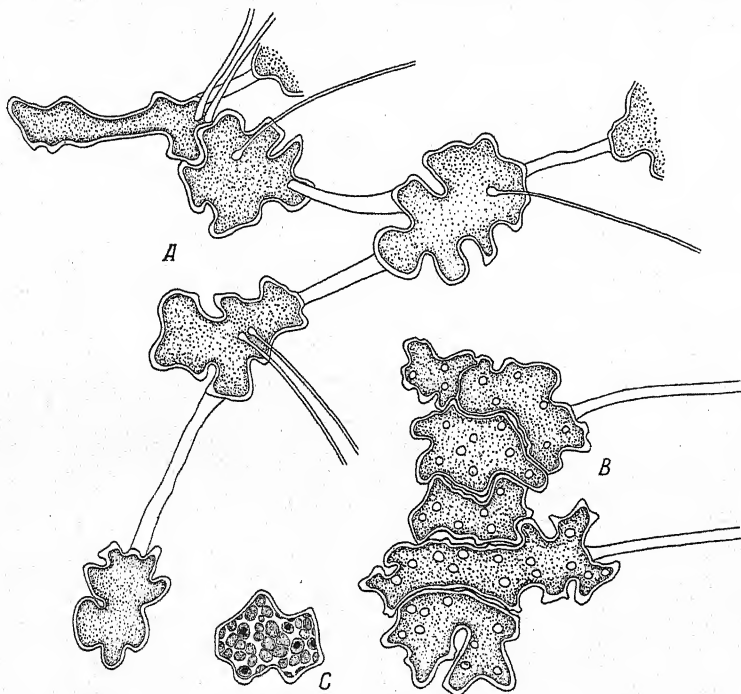


Fig. 210. *Blastophysa polymorpha* (Kjellman) emend. Printz. A Teil eines größeren Komplexes von Zellen, die durch farblose Ausläufer verbunden sind, links oben eine Zelle in vegetativer Teilung begriffen; B Komplex von 6 Zellen, die sukzessive durch gewöhnliche vegetative Teilung einer ursprünglichen Zelle entstanden sind, rechts gehen zwei Ausläufer aus. C Zelle mit Chromatophoren und Pyrenoiden, als schwarzen Punkten. (Original, 320/1.)

2 letzten in einer Art *Bl. polymorpha* (Kjellman) emend. Printz vereinigt werden, und ich bin auch der Annahme sehr geneigt, daß sämtliche nur Formen einer und derselben Art darstellen.

Zweifelhafte Gattung.

Talarodictyon Endlicher, Gen. Plant., Suppl. III (1843) 14. — Der Thallus ist grün, gelatinös, an Klippen festgewachsen, sitzend, beinahe kugelförmig, sackförmig und aus mehrzelligen Fäden bestehend, die netzförmig verzweigt sind und oben an der Kante des Thallus aufrechte, linienförmige Bänder bilden, die an der Spitze zu einer einfachen oder vielarmigen Handhabe vereinigt sind.

Diese Pflanze ist in dem Meere bei Nagasaki nach unterseeischen vulkanischen Ausbrüchen mit mehreren anderen Algen zusammen aufgeschwemmt gefunden worden; zu welcher Abteilung der Algen sie aber zu rechnen oder ob sie wirklich als eine Alge aufzufassen ist, läßt sich nach der Beschreibung unmöglich entscheiden. Endlicher reiht sie unmittelbar an *Microdictyon* an.

Cladophoraceae.

Mit 12 Figuren.

Wichtigste Literatur: F. Kützing, Species Algarum, Lips. 1849; Tabulae Phycologicae, Bd. 3, 4, Nordh. 1853—1854. — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum, III, 1868, S. 327 bis 347. — J. E. Areschoug, Observationes Phycologicae, I, II (Acta soc. Upsal. 1866—1874). — V. B. Wittrock, On devel. a. syst. arrang. of *Pithophoraceae* (Acta soc. [vol. extra ord.]. Upsala 1877). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 264—388. — A. Weber v. Bosse, Études s. l. Algues de l'Archipel Malaisien I (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, T. VIII, Leid. 1890). — S. Stockmayer, Üb. Algengatt. *Rhizoclonium* (Verh. zool. bot. Ges. in Wien 1890). — F. Gay, Rech. s. Dév. et Clas. Algues vertes, Paris 1891. — L. Kolderup Rosenvinge, Om nogle Væxtforhold h. *Cladophora* og *Chaetomorpha* (Botanisk Tidsskrift, Bd. 18, Kbh. 1892). — F. R. Kjellman, Studier öfv. Chlorophycéslägdet *Acrosiphonia* (Bih. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar, B. 18, Afd. III, No. 5, Sth. 1893). — F. Heydrich, Beitr. z. Kenntn. d. Algenfl. v. Ostasien (Hedwigia, B. 33, Dresd. 1894). — F. R. Kjellman, Zur Organ. u. System. d. Aegagropilen (Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsal., Ser. III, Upsala 1898). — F. Brand, *Cladophora*-Studien (Botanisches Centralblatt, Bd. 79, Cassel 1899). — N. Wille, Untersögelser angående Cellekjärnernes Forhold h. *Acrosiphonia* (Bot. Notiser, Lund 1899). — M. Nordhausen, Üb. basale Zweigverwachs. bei *Cladophora* (Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik, B. XXXV, Leipzig 1900). — N. Wille, Studien über Chlorophyceen, VII, (Videnskabselskabets Skrifter I. Mat. nat. Kl. 1900, No. 6, Chra. 1901). — W. Schmiddle, Üb. tropische afrikanische Thermalalgenflora (Engler's Botanische Jahrbücher, B. 30, Leipzig 1901). — F. Brand, Üb. einig. Verhältn. d. Baues u. Wachst. v. *Cladophora* (Beihefte z. Bot. Centralblatt, B. X, Cassel 1901); Die *Cladophora*-Aegagropilen des Süßwassers (Hedwigia, B. 41, Dresd. 1902). — F. S. Collins, Marine *Cladophoras* of New England (Rhodora, Vol. 4, Boston 1902). — F. Brand, Üb. d. Anheftung d. *Cladophoraceen* (Beihefte z. Bot. Centralblatt, B. XVIII, Abt. I, Leipzig 1904). — G. S. West, A Treatise on the Brit. Freshwater Algae, Cambridge 1904. — F. Börgesen, Contrib. à la Connaissance du Genre *Siphonocladus* (Oversigt ov. Kgl. Danske Videnskabernes Selsk. Forhandl. 1905, No. 3, Kbh. 1905). — F. Brand, Z. Morph. u. Biol. d. Grenzgeb. *Rhizoclonium* u. *Cladophora* (Hedwigia, Bd. 48, Dresd. 1908); Üb. Membran, Scheidewände und Gelenke d. Algengatt. *Cladophora* (Festschr. Deutsch. bot. Ges., B. 26, Berlin 1908). — O. Hagem, Beobacht. üb. Gatt. *Urospora* (Nyt Magazin f. Naturvidenskab, Bd. 46, Kristiania 1908). — A. Ernst, Beitr. z. Morph. u. Physiol. von *Pithophora* (Ann. Jardin Botan. Buitenzorg, 2. Ser., Vol. VII, Leide 1908). — F. Brand, Über die morphologischen Verhältnisse der *Cladophora*-Basis (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1909). — B. Němec, Über die Kernteilung bei *Cladophora* (Bullet. intern. l'Acad. Sc. de Bohême 1910). — F. Brand, Über *Cladophora humida* n. sp., *Rhizoclonium lapponicum* n. sp. und deren bostrychoide Verzweigung (Hedwigia 1913). — J. E. Ljungqvist, Bidrag til *Aegagropila*-frågan (Ark. f. Botanik 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — E. Acton, On the Structure and Origin of *Cladophora*-Balls (New Phytologist 1916). — N. Carter, The Cytology of the *Cladophoraceae* (Ann. of Bot. 1919). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast of North America, II, Chlorophyceae (University of California Publications in Botany, 1920). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 7, bearbeitet von W. Heering, Jena 1921. — F. Oltmanns, Morphol. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — M. Nishimura, The Theory of the special Thallus Formation of *Aegagropila Sauteri* (Bot. Mag. Tokyo, 1923). — B. Schussnig, Die Kernteilung bei *Cladophora glomerata* (Österr. bot. Zeitschr. 1923). — F. Peterschilka, Über die Kernteilung und die Vielkernigkeit und über die Beziehung zwischen Epiphytismus und Kernzahl bei *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Archiv f. Protistenk., Bd. 47, 1924). — F. Börgesen, Marine Algae from the Canary Islands, I, Chlorophyceae (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3, 1925). — A. & P. Henckel & N. Zacharowa, Observations sur l'Influence de quelques Facteurs du Milieu sur la *Cladophora glomerata* (La Nuova Notarisia, 1925).

Merkmale. Der Thallus besteht aus einer einfachen, unverzweigten oder verzweigten Zellreihe, die aus fast gleichartigen Zellen gebildet ist; die Verzweigungen gehen allmählich ineinander über ohne Differenzierung in Stamm und Äste. Die Sproßzellen verwachsen nicht miteinander. In jeder Zelle befinden sich 1 bis viele Zellkerne und ein meist netzförmiger, wandständiger Chromatophor mit zahlreichen Pyrenoiden (*Chaetonella* ausgenommen). In nicht umgebildeten vegetativen Zellen entstehen simultan zahlreiche Zoosporen mit 4 oder 2 (bisweilen ungleichen?) Geißeln. Außerdem erfolgt vegetative Vermehrung durch Zerfall der Einzelpflanzen, durch Wiederaustreiben von Rhizoiden und älteren Zellen, durch spontane Ablösung von Zweigen, durch Ausläufer und durch Akineten. Zellteilung durch einfaches Hereinwachsen einer Ringleiste. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Iso- oder Heterogameten.

Vegetationsorgane. Der Thallus besteht stets aus einer Zellreihe, welche entweder ganz unverzweigt ist (*Chaetomorpha*), zuweilen nur schwache Ansätze zu einer Verzweigung zeigen (*Rhizoclonium*) oder auch stark verzweigt sein kann (*Cladophora*, *Pithophora*), so daß große Büschel entstehen können. Bei *Urospora* kommen kurze, stachelige Zweige vor, die aber nicht durch Querwände abgetrennt sind. Bei gewissen *Rhizoclonium*-Arten werden dagegen kurze, 1zellige Zweige auf eine ähnliche Weise wie bei *Cladophora* und *Pithophora* gebildet, nämlich dadurch, daß im obersten Teil älterer oder jüngerer Zellen eine Ausbuchtung entsteht, die dann, wenn sie eine genügende Größe erreicht hat, durch eine Querwand abgegrenzt wird und zur Scheitelzelle eines Zweiges werden kann; dieses kann sich mehrfach wiederholen, so können. Die Fäden sind zum mindesten in der Jugend festgewachsen, und zwar meistens an totem Substrat, sind aber auch bisweilen epiphytisch oder epizootisch und können sogar mit ihren Rhizoiden in das lebende Gewebe eindringen. Später aber kann der Thallus bei einigen Formen (z. B. *Chaetomorpha* und *Cladophora*) freischwimmend werden. Die Basalzelle, welche stets ziemlich langgestreckt ist, befestigt sich mittels eines Dermoids, d. i. ein flacher, entweder ganzrandiger oder \pm gelappter Saum aus Membransubstanz, oder durch korallenartige kurze Verzweigungen, die gleichwohl durch keine Querwand von der Basalzelle abgegrenzt sind; außerdem können sich von den unteren Zellen aus Verstärkungsrhizine entwickeln, die \pm innerhalb der Membran verlaufen, und dann 1- oder mehrzellig sein können und sich entweder dicht an den Hauptstamm anschmiegen oder ganz frei verlaufen können. Besonders zeichnet sich *Spongomorpha* durch das reichliche Auftreten von extrakutikulären Verstärkungsrhizinen aus, die auch aus dem oberen Teil der Pflanze entspringen. Sie sind meistens recht dickwandig, zeigen oft einen geschlängelten Verlauf und entspringen stets aus dem Basalteil der Mutterzelle (*Spongomorpha*

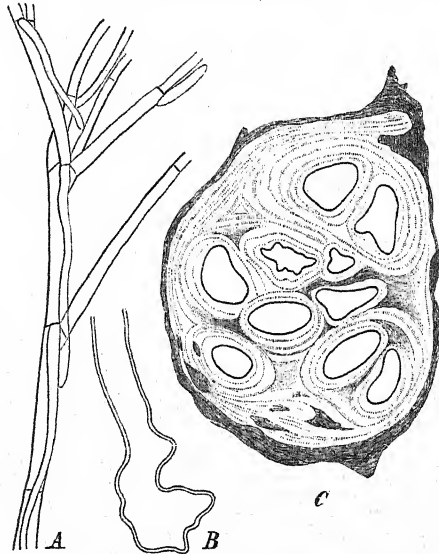


Fig. 211. A, B *Spongomorpha ophiophila* Magn. et Wille. A der untere Teil eines jungen Individuums mit Verstärkungsrhizinen, welche sich dicht an den Hauptstamm anlegen (36/1); B das untere Ende einer Verstärkungsrhizine (260/1). — C *Cladophora rupestris* (L.) Kütz. Querschnitt durch den Basalteil, alle in der Membran der ursprünglichen Zelle laufenden Verstärkungsrhizinen zeigend.
(Nach Wille, 260/1.)

ophiophila, Fig. 211 A, B). Einen ähnlichen Ursprung zeigen die krallenartigen Zweige (Helikoide), die bei *Acrosiphonia*- und *Aegagropila*-Arten vorkommen und noch weiter bei *Pithophora* entwickelt sind (Fig. 215 B). Sie bilden in der Regel nur Äste einer Ordnung, die nicht durch Scheidewände abgegliedert werden. Die sog. Cirrhoide unterscheiden sich von den vegetativen Fäden nur durch stärkere Verdünnung und durch hakenförmige oder spiralige Krümmung. Sie finden sich bei *Aegagropila*.

Die Zellen sind alle gleichartig, *Chaetomorpha*, *Rhizoclonium* u. a. wachsen durch annähernd gleichmäßige Teilung aller Zellen des Fadens, aber bei *Cladophora* sind es hauptsächlich und bei *Pithophora* ausschließlich die Scheitelzellen, welche sich (abgesehen von der Akinetenbildung) teilen.

Die Verzweigung erfolgt fast überall in der Weise, daß die Gliederzellen der relativen Hauptsprosse an ihrem apikalen Ende unmittelbar unter der gleichnamigen Querwand eine Ausstülpung treiben, welche späterhin durch eine Wand abgegrenzt wird (Fig. 218, 2, b). Sekundäre Lageänderungen treten häufig ein. Oft verschiebt sich der Seitensproß unter partieller Verdrängung des Muttersprosses derart, daß fast eine Gabelung entsteht. Dies geschieht durch Wachstumsprozesse am Oberende der Mutterzelle unter gleichzeitiger Aufrichtung des Ästchens durch Wachstum unterhalb seiner Basis (Evektion). Häufig ver-

wachsen auch die beiden Organe miteinander (Fig. 218, 3). Meist entsteht nur ein Ast aus einer Mutterzelle, aber diese kann auch bisweilen zwei oder mehrere Äste abgeben. Im letzteren Falle entstehen Wirtel, und im ersteren sind die Zweige häufig opponiert. Diese regelmäßig auftretenden Oppositionen sind für *Aegagropila* charakteristisch (Fig. 217). Auch Membranfaltungen können durch diese Lageänderungen auftreten. Die Membran der Zellen zeigt in der ganzen Familie denselben Bau mit Schichtung, variiert aber bedeutend in der Dicke. Nach Brand liegt zu äußerster eine Kutikula-ähnliche Schicht, welche die ganzen Fäden überzieht, unter dieser kommt eine Schicht, welche mehrere Zellen umgibt, und dann folgt die innere, welche jeweils einen Protoplasten einhüllt. Jede Schicht baut sich aus zahlreichen Lamellen auf.

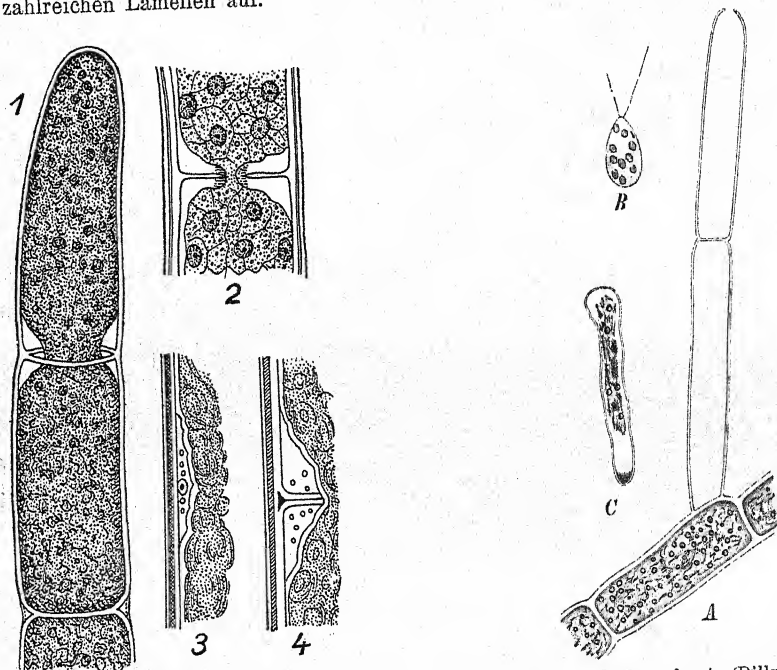


Fig. 212. *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. 1 Zellteilung, nach Thuret. 2 Dasselbe, nach Strasburger. 3-4 Optische Durchschnitte einer Zelle in beginnender Wandbildung. (3-4 nach Brand, etwa 1000/1).

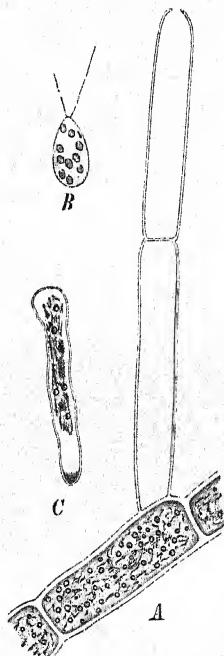


Fig. 213. *Cladophora fracta* (Dillw.) Kütz. A Zweig mit 2 Zoosporangien; B Zoospore; C keimende Zoospore (oder Gamet?). (A, C nach Wille. A 150/1, C 480/1; B nach Strasburger, 540/1.)

Im inneren Bau der Zellen herrscht innerhalb der Familie eine ziemlich Gleichförmigkeit. In den Zellen schließt ein mäßig dicker Plasmabelag eine riesige Vakuole ein, und in ersterem liegen zu äußerst die Chromatophoren. Sie stellen einen einzigen, von zahlreichen Netzmaschen durchlöcherten Hohlzylinder dar, in den Pyrenoide recht regelmäßig eingelagert sind (*Chaetomorpha*, *Urospora*, *Rhizoclonium*, Arten von *Cladophora* usw.). Sehr weitmaschige Netze finden sich in den durch Insolation zu verstärktem Längswachstum angeregten Zellen. Der parietale Hohlzylinder zeigt sich bisweilen ± regelmäßig in mehrere kleine eckige Platten geteilt. In anderen Fällen gehen grüne Stränge von dem parietalen Hohlzylinder aus, um den ganzen Hohlraum der Zelle zu durchsetzen. Sie anastomosieren vielfach miteinander und führen auch Pyrenoide. Außer bei *Chaetonnella* sind Pyrenoide stets vorhanden. Assimilationsprodukt ist Stärke. Die Zellkerne, viele in jeder Zelle (sehr selten nur 1), liegen etwas weiter nach innen als die Chromatophoren, und die Zahl der Kerne ist abhängig von der Größe der Zellen. Peterschilka hat bei *Rhizoclonium* gezeigt, daß auch verschiedene äußere Verhältnisse von Bedeutung sind. So konnte er zeigen, daß reich von Epiphyten besiedelte Zellen durch die gegenüber den nicht besiedelten Zellen sprunghaft erhöhte Kernzahl auffielen. Die Kerne sind nicht regellos zerstreut, sondern liegen bestimmt, fast geometrisch genau verteilt.

Die Bildung der Querwände ist bei den mehrkernigen Formen unabhängig von der Kernteilung und geschieht bei allen durch sukzessives Hereinwachsen einer Ringleiste, indem der farbige Wandbelag sich zurückzieht (Fig. 212). Die Vorgänge bei der Zellteilung sind aber noch nicht ganz klargestellt. Bei *Aegagropila* bilden mehrere Individuen zusammen ein für die Art charakteristisches, meist kugelförmiges Aggregat. Ob es sich hierbei um eine besondere Gattung oder nur um Wuchsformen anderer Algen handelt, ist noch sehr strittig. Bei der Bildung dieser Aggregate spielen jedenfalls zufällige äußere Einflüsse eine große Rolle.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Zoosporen sind bei allen Gattungen mit Ausnahme von *Aegagropila* und *Pithophora* bekannt. Sie entstehen durch simultane Teilung in den unveränderten Zellen und treten durch ein rundes, scharf umschriebenes Loch in der Wand aus. Jede Zelle des Thallus ist zu Zoosporenbildung befähigt, bei *Cladophora* werden aber die äußersten Verzweigungen bevorzugt (Fig. 213, Fig. 218). Die Zoosporangien weichen in ihrer Form von den gewöhnlichen vegetativen Thalluszellen kaum ab. Die Zoosporen bei *Chaetomorpha*, *Urospora*, *Cladophora* haben 4 Geißeln, nur für *Cl. glomerata* werden 2 angegeben. Von Wille sind bei einigen *Cladophora*- und *Rhizoclonium*-

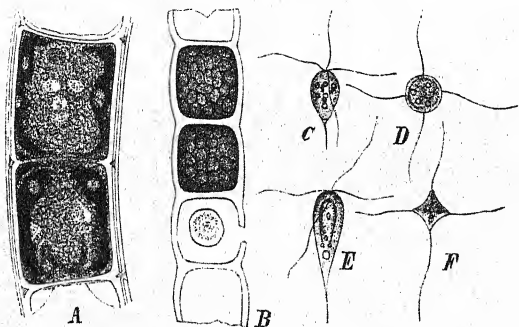


Fig. 214. *Urospora penicilliformis* (Roth) Aresch. A 2 vegetative Zellen; B Zellen, welche Zoosporen bilden, von denen eine entleert ist; C abgerundete Zoospore (Gamet?), von der Seite gesehen; D dieselbe von oben gesehen; E ausgestreckte Zoospore von der Seite gesehen; F dieselbe von oben gesehen. (A nach Wille, 480/1; B—F nach Areschoug, B 200/1, C—F 500/1.)

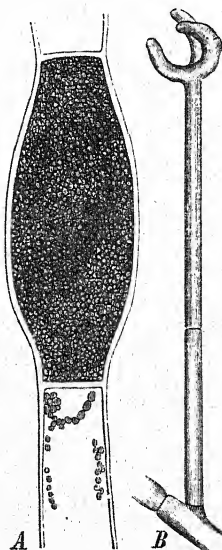


Fig. 215. A *Pithophora kewensis* Wittr. Akinete, gebildet in dem oberen, angeschwollenen Teil einer Zelle (200/1). — B *Pithophora Cleveana* Wittr. Ein Zweig, der in seiner Spitze zu einem Greiforgan (Helikoid) umgebildet ist (50/1). (Nach Wittrock.)

Arten 2 ungleich lange Geißeln angegeben worden, eine größere nach vorn und eine kürzere seitwärts gerichtet. Dies ist jedoch nachzuprüfen! Die Zoosporen haben die übliche Birnform, doch sind sie bei *Urospora* (Fig. 214 C—F) umgekehrt eiförmig und nach hinten in eine lange Spitze ausgezogen, sie haben 4 Geißeln, scheinen aber eines farblosen Vorderendes und eines roten Augenpunktes zu ermangeln; von oben gesehen sind sie viereckig, können aber etwas amöbenartig ihre Form so verändern, daß das Viereck bald konvexe, bald konkave Seiten zeigt. Die Zoosporen wachsen direkt zu neuen Fäden aus. Die Zoosporen bei *Spongomorpha* sind angeblich 2geißelig, während die von *Chaetonella* noch nicht näher bekannt sind.

Dauerschwärmer können bei *Urospora* vorkommen und entstehen innerhalb der Zelle, werden aber durch die Verschleimung der Wände frei.

Bei *Aegagropila*-Arten vermehren die Rasen sich durch Verzweigung und allmähliches Absterben der basalen Teile oder durch Freiwerden einzelner Zweige. Bei *Acrostiphonia*, *Spongomorpha*- und einigen *Chaetomorpha*-Arten können die Rhizoiden ein parenchymatisches Gewebe bilden. In diesen Zellen häuft sich Reservesubstanz an, und wenn die übrigen Teile absterben, bleiben diese Rhizoiden lebendig und können später zu neuen Pflanzen auswachsen (Fig. 216 E). Sie stellen eine Art Akinetenbildung dar, und durch Kalkinkrusta-

tionen können sie noch weiter geschützt werden. Bei *Cladophora*, *Rhizoclonium* und *Chaetomorpha* werden Zellen des eigentlichen Thallus in Akineten umgewandelt, aber sie weichen verhältnismäßig wenig von den vegetativen Zellen ab, und es finden sich oft Übergangsformen. Bei diesen Gattungen runden sich die Zellen, nachdem sie sich stark mit Inhalt gefüllt haben, ein wenig ab und lösen sich von dem Faden los. Bei *Urospora* teilt der Faden sich erst in mehrzellige und sodann in 1zellige Teile, welche bei den jüngeren Fäden sogleich keimen, bei den älteren aber sich mit dicken Membranen umgeben und Zoosporen bilden.

Besonders eigenartig verhält sich *Pithophora*, die ihrem Wachstum nach von *Cladophora* schwer zu trennen ist. Hier schwillt die Akinetenmutterzelle an ihrem oberen Ende an; der größere Teil des Inhalts sammelt sich hier und wird durch eine Wand abgegrenzt, worauf er sich mit einer dicken Membran umgibt (Fig. 215); zuweilen kann unter der ersten noch eine zweite Akinete gebildet werden.

Bei der Keimung der Akineten von *Rhizoclonium* wächst direkt ein neuer Faden in der Längsrichtung hervor; bei *Pithophora* dagegen geschieht die Keimung in der Querrichtung, und an der einen Seite wird eine Zelle gebildet, die sich zum Hauptstamm, und dieser gegenüber eine andere, welche sich zu einer Haftfaser entwickelt.

Die *Aegagropila*-Aggregate pflegen in toto zu überwintern und im Frühjahr treiben die inhaltgefüllten und mit derber Membran versehenen Zweige an den Spitzen aus. Akinetenähnliche Zellen werden von Kjellman beschrieben und die von Acton angegebenen Ruhezellen stellen wohl Aplanosporen dar.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei *Chaetomorpha*, *Cladophora* und *Urospora* nachgewiesen. In den vegetativen Zellen entstehen die Gameten zahlreich direkt durch simultane Teilung, beginnend mit Einschnürung von außen. Die Gameten treten durch ein rundes Loch in der Zellwand aus, sind eiförmig, haben einen farblosen Fleck, 2 Geißeln und einen roten Augpunkt. Bei *Chaetomorpha* und *Cladophora* sind die Gameten ohne äußeren Geschlechtsunterschied, bei *Urospora* ist dagegen ein Geschlechtsunterschied der Gameten zu beobachten, indem kleine, beinahe farblose ♂ Gameten, die 2 Geißeln und Stigma besitzen, mit größeren, grüngefärbten ♀ Gameten, die 2 Geißeln und Stigma haben, kopulieren. Die Gameten bei *Cladophora* können sich angeblich auch parthenogenetisch entwickeln. Geschlechtszellen treten übrigens bei den *Cladophoraceae* sehr spärlich auf, und manches ist noch aufzuklären.

Die **Keimung** der Zygote bei *Cladophora* findet unmittelbar statt, und es erwächst direkt eine neue Pflanze; bei *Urospora* tritt ein Ruhestadium ein.

Geographische Verbreitung. Die *Cladophoraceae* besitzen eine sehr große Verbreitung, und die meisten Gattungen sind sowohl in Süß- wie Salzwasser verbreitet; *Pithophora* kommt jedoch nur in Süßwasser und *Urospora* nur in Salz- oder Brackwasser vor. *Pithophora* ist jedoch eigentlich als eine tropische Gattung aufzufassen. Sie ist zwar in Nordamerika weit nördlich, wie in Pennsylvanien und New-Jersey, gefunden worden, doch ist dieses nur eine Ausnahme. Ebenso hat man sie in botanischen Gärten hier und da in Europa angetroffen, doch ist sie dahin unzweifelhaft mit Wasserpflanzen aus den Tropen eingeführt worden.

Urospora dagegen ist ausschließlich arktisch und zirkumpolar an den Küsten von Nordeuropa und Nordamerika; an den Küsten von Skandinavien tritt sie fast nur in den ersten Frühlingsmonaten auf, verschwindet aber, sobald das Wasser im Sommer wärmer wird, und kann sich gelegentlich im Herbst wieder zeigen.

Cladophora, *Rhizoclonium* und *Chaetomorpha* gehören zu den in salzigem Wasser am meisten verbreiteten *Chlorophyceae*, denn man findet sie in allen Weltteilen, von den arktischen und antarktischen Gegenden bis zum Äquator; in süßem Wasser sind dagegen die *Chaetomorpha*-Arten nicht so verbreitet; von *Cladophora* kommen aber verschiedene Arten in süßem Wasser vor, und von diesen gehört *C. fracta* zu den häufigsten.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die *Cladophoraceae* können von den *Valoniaceae*, und zwar am nächsten von den Gattungen *Siphonocladus* und *Cladophoropsis*, abgeleitet werden. Die letzte Gattung verbindet in der deutlichsten Weise die *Siphonocladaceae* mit den *Cladophoraceae*. Es kann auch verschiedene Meinung obwalten, ob nicht die *Anadyomeneae* zu

den *Cladophoraceae* als eine besondere Unterabteilung gestellt werden könnten? Allerdings zeigt sich zwischen den *Siphonocladaceae*, *Anadyomeneae* und *Cladophoraceae* so nahe Verwandtschaft, daß sich scharfe Grenzen kaum ziehen lassen. Es besteht auch die Möglichkeit betreffs der Phylogenie der *Cladophoraceae*, daß sie sich von den *Ulotrichaceae* ableiten. Oltmanns nimmt an, daß *Ulothrix*-ähnliche verzweigte oder unverzweigte Algen, unter Vergrößerung ihrer Zellen, Vermehrung der Kerne und Abänderung der Chromatophoren zu *Cladophora*- und *Chaetomorpha*-ähnlichen Formen wurden. Man könnte sich denken, daß die unverzweigte *Chaetomorpha* den Übergang vermittelt.

Die *Cladophoraceae* können am besten nach Wille in 3 Unterfamilien geteilt werden. Am niedrigsten stehen die *Cladophoreae*. Die Entwicklung scheint hier von den *Valoniaceae* über *Cladophoropsis* zu *Acrosiphonia* und dann nach *Cladophora* zu gehen. *Pithophora* muß als eine weiter differenzierte *Cladophora* aufgefaßt werden. Von *Acrosiphonia* geht die Entwicklung in 3 Richtungen: nach *Aegagropila* durch Unterdrückung der Schwärmerbildung, nach den *Chaetomorphae* durch Reduktion der Zweigbildung und nach den *Rhizoclonieae* durch Reduktion der Zellkerne.

Einteilung der Familie.

- A. Die Zellen haben sehr viele Zellkerne.
 - a. Thallus reich verzweigt I. *Cladophoreae*.
 - a. Thallus ohne differenzierte Akineten.
 - I. Thallus von mehreren ursprünglich getrennten Individuen gebildet.
 - 1. Keine Schwärmerbildung 2. *Aegagropila*.
 - 2. Schwärmer mit 2 Geißeln werden gebildet 1. *Acrosiphonia*.
 - II. Thallus von einem ursprünglich festsitzenden Individuum ausgehend 3. *Cladophora*.
 - β. Thallus mit differenzierten Akineten 4. *Pithophora*.
 - b. Thallus unverzweigt oder nur mit stacheligen Ausbuchtungen II. *Chaetomorphae*.
 - a. Die Zoosporen sind ei- oder birnförmig 5. *Chaetomorpha*.
 - β. Die Zoosporen sind umgekehrt eiförmig nach hinten in eine lange Spitze ausgezogen 6. *Urospora*.
- B. Zellen mit 1 bis wenigen Zellkernen III. *Rhizoclonieae*.
 - a. Fäden sind reichlich verzweigt.
 - a. Chromatophor mit Pyrenoiden 7. *Spongomorpha*.
 - β. Chromatophor ohne Pyrenoid 8. *Chaetonella*.
 - b. Fäden unverzweigt oder nur mit kurzen Zweigen 9. *Rhizoclonium*.

I. *Cladophoreae*.

Der Thallus ist reichlich verzweigt, von einem einzigen oder mehreren verflochtenen Individuen gebildet. Die Zweige können Krallen oder Hapteren nach oben, Rhizoiden nach unten bilden, wachsen jedoch nicht miteinander zu einem netzförmigen Gebilde zusammen. In jeder Zelle gibt es meist sehr viele Zellkerne. Die vegetative Vermehrung erfolgt durch losgetrennte Sproßteile, Zoosporen mit 4 (oder 2) Geißeln und durch Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten mit 2 Geißeln ist bei *Cladophora* bekannt.

1. *Acrosiphonia* (J. G. Agardh in Öfvers. af Kgl. Svenska Vet. Akad. Förhandl. [1846] 103) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag zu I, 2 (1909) 117 (Fig. 216). (*Spongomorpha* Kütz. p. p., Phycol. gener. [1843] 273; *Acrosiphonia* [J. Ag.] Kjellman, Studier öfver Chlorophycéslägtet *Acrosiphonia* in Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 18, Afd. III [1893]). — Thallus büschelig, aus mehreren Individuen bestehend. Die mehrzelligen, verzweigten Fäden haben Sproß- und Wurzelfäden. Die Sproßfäden wachsen zuerst mit einer Scheitelzelle und werden später durch wiederholte interkalare Teilungen in kürzere Zellen geteilt; die Zweige werden durch eine Querwand von dem Muttersproß abgetrennt und können bisweilen zu Krallen auswachsen. Die Wurzelfäden werden von den unteren Zellen gebildet und können an der Spitze kurze, von Reservestoff dicht gefüllte Zellen bilden, die zu neuen Individuen auskeimen können. Der Chromatophor ist netzförmig, wandständig mit vielen Pyrenoiden. Viele wandständige Zellkerne. Die Zoosporangien entstehen terminal oder interkalar, vereinzelt oder serienweise durch Ausbauchung der Zweigzellen und bilden viele Schwärmer mit 2 Geißeln und Stigma. Im Meereswasser und Brackwasser, wahrscheinlich überall verbreitet.

Die Anzahl der Arten vielleicht etwa 18, ist aber nicht sicher festzustellen, weil Arten vielleicht als *Cladophora*- und *Spongomorpha*-Arten bei verschiedenen Verfassern angeführt sind. Z. B. *Acrosiphonia centralis* (Lyngb.) Kjellm., *A. Binderi* (Kütz.) Kjellm. und *A. albescens* Kjellm. aus den europäischen Meeren.

2. *Aegagropila* Kützing, Spec. Alg. (1849) 413 (Fig. 217). (*Cladophora* Auct. pl.). Der Thallus bildet rundliche, radiär gebaute, freischwimmende Ballen, oder durch akzessorische Rhizoiden angeheftete Polster, die durch Verwachsung aus mehreren ursprünglich

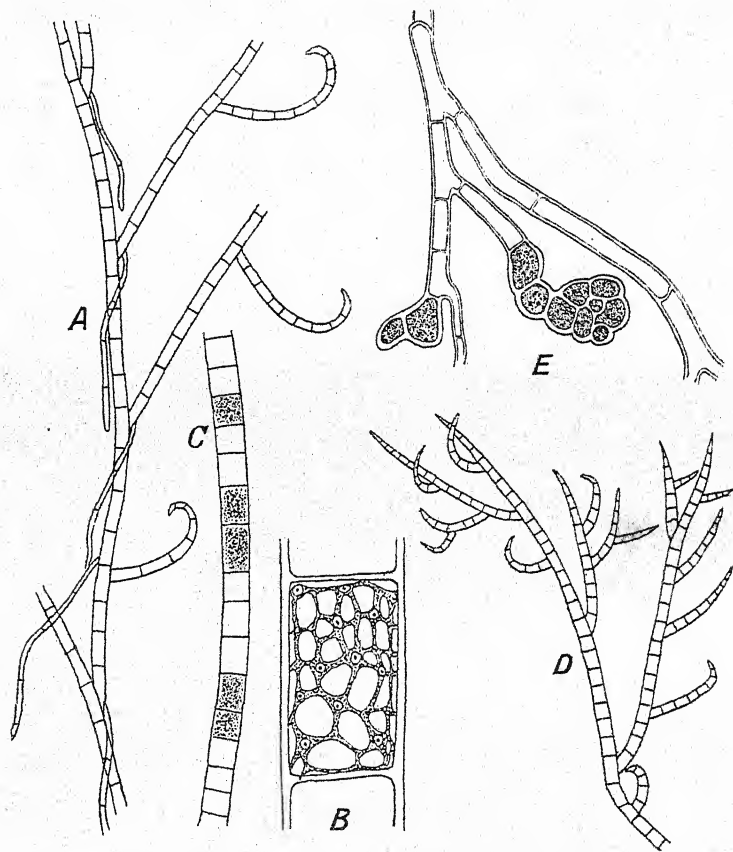


Fig. 216. A—D *Acrosiphonia spinescens* (Kütz.) Kjellman. A Teil des Sproßsystems mit Hakenzweigen; B Zelle mit ihrem Chromatophor; C Fertiler Zellfaden; D Kurztriebsystem. — E *Acrosiphonia vernalis* Kjellman, Hyphen, welche Reservestoff führende Scheiben (Rhizome) bilden. (A—D nach H. Kylin, A 30/1, B 335/1, C 80/1, D 30/1; E nach F. R. Kjellman, 150/1).

freien Individuen entstehen. Die mehrzelligen, verzweigten Sproßfäden wachsen mittels einer Scheitelzelle; die Verzweigungen sind aufrecht, abstehend, \pm starr; die Äste werden einzeln oder zu 2—3 aus einer Zelle und durch eine Querwand abgetrennt; basale Verwachsung der Äste ist ausgeschlossen und interkalare Teilungen fehlen gewöhnlich. Opposition der Äste ist bei manchen Arten sehr häufig und im allgemeinen für die Gattung charakteristisch. Insertion normal, auch sehr häufig subterminal; fast ohne Evektion, so daß die Äste nur ausnahmsweise vollständig auf die obere Wand der Mutterzelle gelangen. Primäre Haftorgane fehlen; dagegen treten meistens absteigende sowie apikale Rhizoiden aus den unteren Stammzellen auf. Interkalare Zellen zylindrisch. Chromatophor netzförmig, parietal mit hineinragenden Lamellen und zahlreichen Pyrenoiden. Viele Zellkerne vorhanden. Zoosporen und Gameten fehlen. Vermehrung nur vegetativ durch Freiwerden

der Hauptäste sowie durch Regeneration zufällig entstandener Bruchstücke. Die Alge ist im ganzen perennierend.

Etwa 30 Arten im süßen, brackischen und salzigen Wasser, wahrscheinlich in allen Weltteilen. *Aeg. Sauteri* (Nees) Kütz. bildet bis kopfgroße Ballen in einigen mitteleuropäischen und schwedischen Seen. *Aeg. echinus* (Bias.) Kütz. im Adriatischen Meere.

3. Cladophora (Kützing in Linnaea, Bd. 17 [1843] 91) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtrag zu I, 2 (1909) 117 (Fig. 212, Fig. 213 und Fig. 218). (Inkl. *Acanthonema* J. G. Agardh in Vet.-Akad. Handl. [1846] 13; *Acrocladus* Nägeli, Algensyst. [1847] 164; *Annulina* Bory p. p. in Nees, Hor. Phys. Berol. [1820] p. 4; *Agarum* Link p. p., l. c. [1820] 6; *Blodgettia* Harv., Ner. Bor. Amer. III [1858] 46; *Chloropteris* Mont. in Ann. Sc. Nat. III Ser. XIV, 330; *Eucladophora* [Kütz.] Hauck, Die Meeresalgen Deutschlands usw. [1884] 450; *Spongosiphonia* Aresch., Observ. Phyc. I [1886] 19; *Conferva*, *Prolifera* et *Chantransia* auct. pl.). — Der Thallus ist büschelig von einem Individuum gebildet und besteht aus einer stark verzweigten Reihe von gewöhnlich langgestreckten Zellen. Die Zellen sind alle gleichartig, so daß kein scharfer Unterschied zwischen einem Hauptfaden und seinen Verzweigungen festzustellen ist. Die Fäden wachsen mit einer Scheitelzelle, und interkalare Teilungen treten nur selten und vereinzelt auf. Die Verzweigungen sind lateral, bisweilen aber durch Verschiebung pseudodichotomisch, oft mit Verwachsung der Basalteile, immer von der Mutterzelle durch eine Querwand abgetrennt. Helikoide Zweigspitzen fehlen. Dermoide kommen als Haftorgane bisweilen vor. Der Thallus sitzt ursprünglich mit einer Rhizoidzelle fest, und nachher kann er entweder frei schwimmen oder wird durch einfache, intra- oder extrakutikuläre Verstärkungsrhizine weiter verankert. Die Zellwände bestehen aus drei Schichten; mitunter erscheinen die Membranen längs-, selten kreuzweise gestreift. Der Chromatophor ist netzförmig, parietal, mit hineinragenden Lamellen und mit vielen Pyrenoiden; bisweilen kann der Chromatophor in eckige Platten zerfallen, die durch dünne Fortsätze zusammenhängen. Viele parietale Zellkerne. Keine ruhenden Rhizoidenzellen; dagegen können die Sproßzellen bisweilen in Ruhezellen übergehen. Zoosporangien entstehen in den oberen Zweigzellen und bilden eine große Menge eiförmiger Zoosporen mit 4 Geißeln und Stigma. Sie werden durch Auflösung eines Teiles der Zellwand frei. Außerdem gibt es Schwärmsporen mit 2 Geißeln; ob diese Geißeln immer ungleich lang sind, ist nachzuprüfen, ebenso ob diese als Gametozoosporen anzusehen sind. Durch abnorme Kulturbedingungen sind Aplanosporen hervorgerufen worden. Bei einigen Arten schwellen die Zellen im Herbst an, füllen sich stark mit Inhalt, sinken zu Boden und überwintern, und bei Beginn der neuen Vegetationsperiode entwickeln sich dann aus den Zellen dieser überwinterten Fäden neue Äste. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Isogameten. Sie können sich auch parthenogenetisch entwickeln. Die Zygote keimt unmittelbar und wächst direkt zu einem neuen Thallus aus.

Cladophora stellt eine der größten Algengattungen dar, und es sind in allem etwa 300 bis 400 Arten beschrieben worden, viele aber so unvollständig, daß sie nicht identifiziert werden können; eine Reihe davon sind sicher nur Entwicklungsstadien usw. Die wahre Artenanzahl läßt sich daher zur Zeit nicht feststellen, übersteigt wohl aber kaum 150—160. Die Artencharaktere sind häufig nur relativ, und da die meisten Arten nach den äußeren Verhältnissen sehr veränderlich sind, ist die Bestimmung recht schwierig und unsicher. Die ganze Gattung bedarf dringend einer neuen Bearbeitung.

Einige Arten sind annuell, viele aber können mittels der Basalteile perennieren.

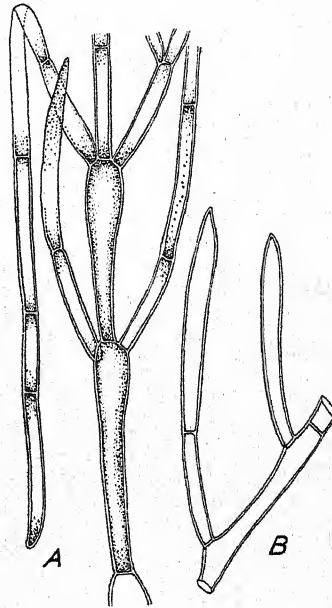


Fig. 217. *Aegagropila holsatica* Kütz.
a, b Teile eines Individuums.
(Nach Kjellman, 50/1.)

Die Gattung ist im süßen, brackischen und Meereswasser über die ganze Erde mit Ausnahme der kältesten Polargegenden verbreitet. *Cl. fracta* (Dillw.) Kütz. und *Cl. glomerata* (L.) Kütz. sind in Europa die gewöhnlichsten Arten im Süßwasser, *Cl. rupestris* (L.) Kütz. und *Cl. gracilis* (Griff.) Kütz. im Meereswasser.

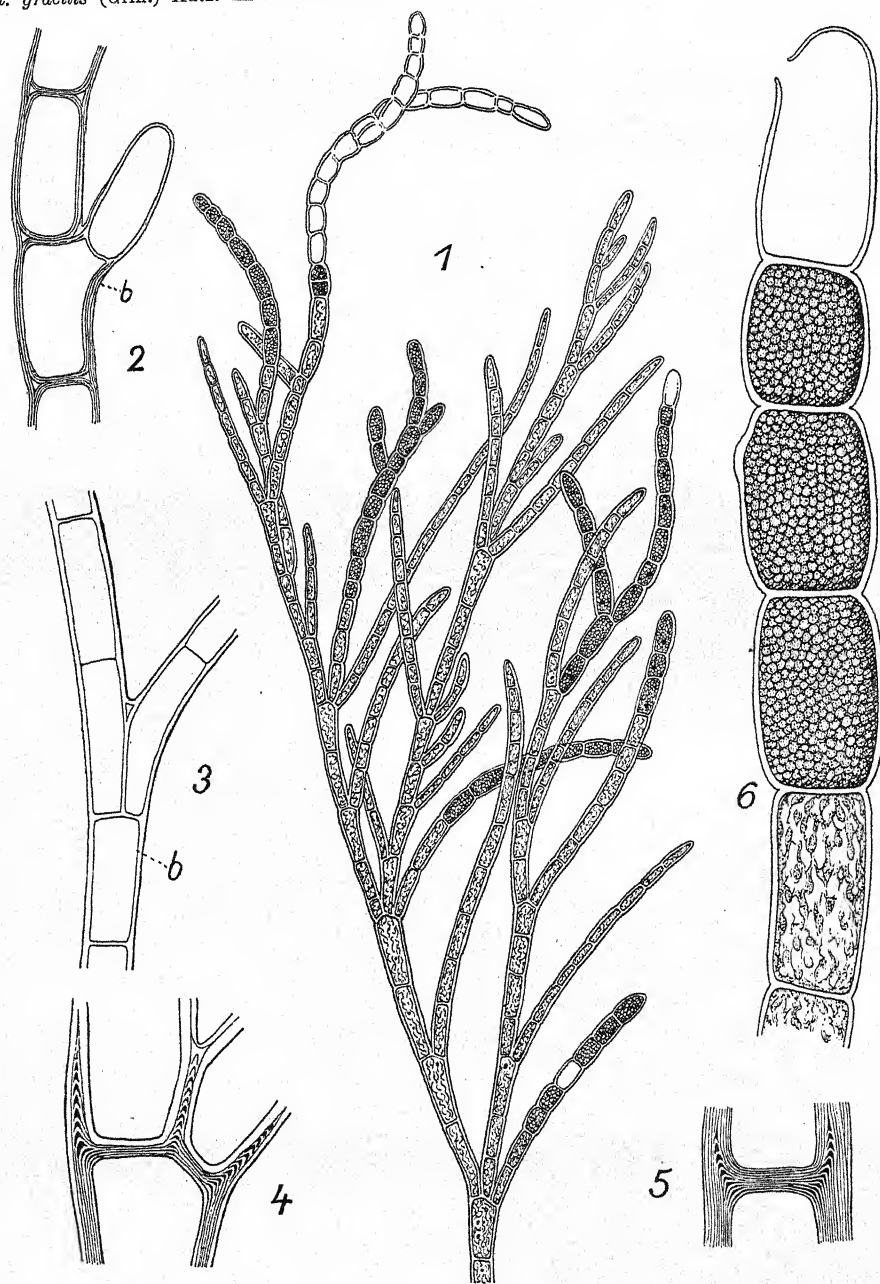


Fig. 218. 1 *Cladophora* sp., Teil eines Thallus mit Zoosporangien. — 2—4 *Cladophora hamosa* Kütz. 2 Junger Seitenzweig; 3 älterer Seitenzweig mit dem Muttersproß verwachsen; 4 Schema einer Verwachsung. — 5 *Cladophora rupestris* Kütz., eine Querswand. — 6 *Cladophora* sp., Zoosporangien. (1 und 6 nach Oltmanns; 2, 5 nach Rosenvinge; 3, 4 nach Nordhausen.)

4. **Pithophora** Wittrock, On the Devel. and syst. Arrang. of the Pithophor. (1877) 47 (Fig. 215 A, B und Fig. 219). (*Cladophora* Kütz. p. p., auct. pl.). — Thallus fadenförmig, verzweigt, die Äste mit subterminalem Ursprung und apikalem Wachstum, meist einzeln, selten paarweise opponiert. Ein typisch primär-basales Rhizoid fehlt. Zellen zylindrisch oder leicht angeschwollen, mit mehreren Zellkernen, netzförmigem Chromatophor und vielen Pyrenoiden. Die Zweige letzter Ordnung, die nicht durch Querwände abgegliedert sind, sind vielfach in Helikoide umgewandelt. Sie enthalten immer reichlich Chlorophyll, sind nicht klebrig und dringen nicht in die Unterlage ein, sondern umfassen Fremdkörper. Mitunter können die Helikoide auch rhizoidähnlich enden. Vermehrung durch Akineten, die durch Teilung einer vegetativen Zelle entstanden sind. Die Akineten sind entweder terminal, ei- oder spindelförmig, oder auch interkalar und tonnenförmig, einzeln oder mehrere reihenweise angeordnet. Bei der Zellteilung bildet die obere Hälfte die Akinete, die untere wird gewöhnlich inhaltsärmer. Die Bildung der Akineten schreitet in einer Pflanze meist basipetal fort. Die Akineten wachsen direkt zu neuen Individuen aus, und bei der Keimung entwickeln sie erst einen kurzen rhizoidähnlichen Trieb und dann den eigentlichen Zellfaden. Zoosporen und Gameten fehlen.

17 Arten im Süßwasser, *P. aequalis* Wittr. geht in Südamerika bis zum Feuerland herunter und *P. kewensis* Wittr. var. *vaucheroides* Wolle bis Pennsylvanien gegen Norden. *P. oedogonia* (Mont.) Wittr. var. *polyspora* Rendle et West ist bei Manchester in England an *Najas graminea* gefunden worden, wohin sie vermutlich aus Ägypten mit Baumwolle eingeschleppt ist. *P. kewensis* wurde in England in einem Aquarium mit tropischen Pflanzen gefunden, ist aber wieder verschwunden.

II. Chaetomorphae.

Der Thallus ist fadenförmig, entweder ganz ohne Verzweigung oder nur mit kurzen, stacheligen Auszweigungen versehen, die nicht durch Querwände abgetrennt werden; an die Unterlage ist er durch Rhizoiden angeheftet. Viele Zellkerne in jeder Zelle. Vegetative Vermehrung durch Zoosporen mit 4 Geißeln oder Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Gameten mit 2 Geißeln.

5. **Chaetomorpha** Kützing, Phyc. German. (1845) 203 (Fig. 220). (Inkl. *Aplonema* Hassall, Freshw. Alg. p. 213; *Spongopsis* Kützing in Botan. Zeitung [1847] 177; *Diplonema* de Not., Prosp. Fl. Lig. 74; *Lychaete* Areschoug, Phyceae capenses [1851] 8; *Chaetomorpha* Lyon in Tilden, Amer. Algae [1901] No. 458; *Haplonema* Hassall; *Conferia* auct. pl.; *Rhizoclonium* auct. pl.). — Der Thallus besteht aus einer unverzweigten Reihe von zumeist kurzen Zellen, welche alle, die meist recht dickwandige Basalzelle ausgenommen, teilungsfähig sind. Die Fäden sitzen stets oder nur in jüngeren Stadien mittels einer verlängerten Basalzelle fest, welche nach unten viele korallenartig verzweigte, nicht durch Querwände

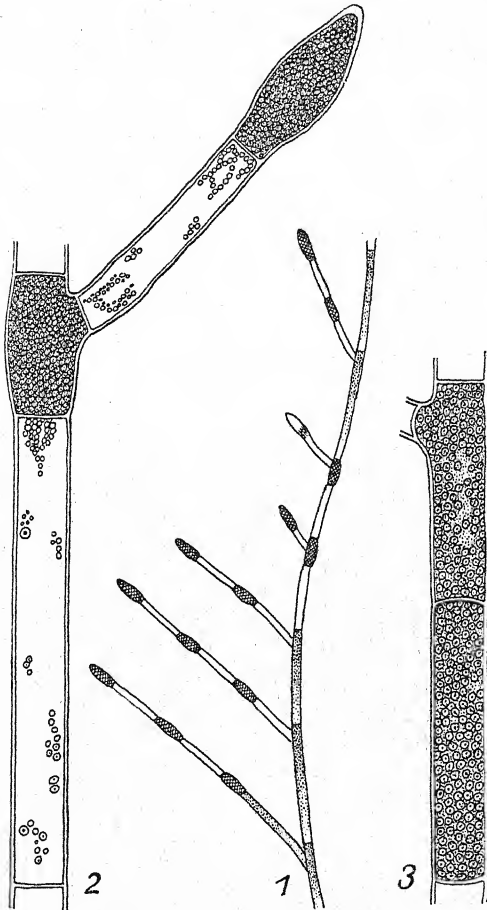


Fig. 219. *Pithophora kewensis* Wittrock. 1 Sproßstück mit Akineten. 2 Akineten mit ihren Mutterzellen. 3 Wenig ausgeprägte Akineten. (Nach Wittrock.)

abgegrenzte, am Grunde dermoidartig verdickte Haftfortsätze entsendet, die später durch intrakutikuläre Verstärkungsrhizinen gefestigt werden können. Der Chromatophor besteht aus einer an mehreren Stellen durchbrochenen Platte, die sich bisweilen in eine große Menge kleiner Scheiben teilt und eine große Anzahl von Pyrenoiden enthält. Zellmembran dick, fest, gewöhnlich deutlich geschichtet. Ungeschlechtliche Vermehrung durch 4geißelige Zoosporen, die in wenig veränderten Zellen hervorgebracht werden. Vegetative Vermehrung durch Akineten, die aus den Sproßzellen durch Verdickung der Membran entstehen und die beim Auskeimen einen Zerfall des Fadens herbeiführen. Ruhende Rhizoidenzweige können außerdem bisweilen zu neuen Individuen auswachsen. Gewisse Arten können außerdem, durch ihre \pm basalen Fadenteile, perennieren. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Isogameten mit 2 Geißeln.

Etwa 57 Arten in Süß-, Brack- und Meereswasser in allen Weltteilen von den arktischen und antarktischen Gegenden bis zum Äquator. *Ch. linum* (Fl. Dan.) Kütz. und *Ch. melagonium* (Web. et Mohr) Kütz. sind im Meereswasser weit verbreitet. Im Süßwasser kommen außer *Ch. herbipolensis* Lagerh. noch *Ch. Henningsii* Richt. in Deutschland und *Ch. sutoria* (Berk.) Rabh. in England vor. *Ch. pacifica* (Lyon) (= *Chaetomorphopsis pacifica* Lyon) im Meereswasser bei Hawaii.

6. Urospora Areschoug, Observat. phycolog. part. I (1886) 15 (Fig. 214 A—F). (*Hormiscia* Fries, Flora Scanica [1835] 327; *Hormotrichum* Kützing, Phycol. german. [1845] 205; *Conferva* Roth p. p., Cat. Bot. 3 [1806] 271; *Ulothrix*, *Lyngbya*, *Haplonema*, *Schizogonium*, *Hormidium* auct. pl.). — Der Thallus besteht aus einer einfachen Reihe kurzer, zylindrischer oder an der Querwand eingeschnürter, selten kurz verzweigter Zellen, die mit Ausnahme der Basalzellen alle teilungsfähig sind; die unteren Zellen können extrawie intrazelluläre Verstärkungsrhizinen bilden. Die Membran ist häufig ziemlich dick und geschichtet. Der Chromatophor ist parietal, netzförmig durchlöchert mit vielen Pyrenoiden. Die Zoosporen entstehen durch simultane Teilung des Inhalts nur wenig veränderter Zellen, und meist werden sämtliche Zellen eines Fadens in Zoosporangien umgebildet. Die Zoosporen sind umgekehrt eiförmig, nach hinten in eine lange Spitze ausgezogen und erscheinen von oben gesehen viereckig; sie haben 4 Geißeln, die von einer kleinen Erhöhung am vorderen Ende ausgehen. Dauerschwärmer können in einer größeren Anzahl in jeder Zelle entstehen und werden durch Verschleimung der Zellwände frei. Akineten entstehen dadurch, daß die Zellen des Fadens sich mit Inhalt füllen und sich zuerst in mehrzellige, späterhin in 1zellige Teile abteilen, die eine Zeitlang mit der Teilung fortfahren und entweder direkt keimen oder bei den älteren Fäden sich mit dickwandigen Membranen bekleiden und Schwärmsporen bilden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von größeren ♀ und kleineren ♂ Gameten mit 2 Geißeln und Stigma. Die Zygosporen sind rund, mit glatter Membran und machen ein Ruhestadium durch.

Etwa 12 Arten in den arktischen und subarktischen Meeren, die meisten im Atlantischen und Stillen Ozean. *U. acrogonia* Kjellm. aus Japan. Die Gattung ist auch in antarktischen Gegenden weit verbreitet.

III. Rhizoclonieae.

Thallus fadenförmig, unverzweigt oder \pm verzweigt, meistens von mehreren verflochtenen, aber nicht verwachsenen Individuen gebildet. Die Zweige können Rhizoiden bilden. Ein bis wenige Zellkerne in jeder Zelle. Vegetative Vermehrung durch losgetrennte Sproßteile, Akineten oder Schwärmsporen mit 2 (bisweilen ungleichen?) Geißeln. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

7. Spongomorpha (Kützing, Phyc. gener. [1843] 273) Wille in E. P., 1. Aufl., Nachtr. zu I, 2 (1909) 118 (Fig. 211). (*Acrosiphonia* [J. Agardh] Kjellman, p. p. Stud. öfver Chlorophycéslägtet *Acrosiphonia* in Bih. till Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 18, Afd. III, No. 5 [1893]; *Cladophora* auct. pl.). — Lager büschelig, meistens von mehreren Individuen gebildet. Die mehrzelligen, verzweigten Fäden haben Sproß- und Wurzelfäden. Die Sproßfäden treten reichlich auf und wachsen zuerst mit einer Scheitelzelle, werden aber später durch wiederholte interkalare Teilungen in kurze Zellen geteilt. Helikoide Zweigspitzen können gebildet werden. Die Wurzelfäden sind meistens extrakutikular, mehrzellig und bilden an der Spitze kurze, von Reservestoff gefüllte Zellen, die zu neuen Individuen herauswachsen können. Der Chromatophor ist parietal, netzförmig, mit sehr

großen Maschen und vielen Pyrenoiden. Zellen bei einer Art jedenfalls einkernig. Die Zoosporangien entstehen interkalar, reihenweise und bilden viele Zoosporen mit 2 Geißeln.

Etwa 15 Arten im Meeres- und Brackwasser, wahrscheinlich in allen Weltteilen. *S. lanosa* (Roth) Kütz. ist die gewöhnlichste Art in Europa.

8. Chaetonella Schmidle in Engl. Bot. Jahrb., Bd. 30 (1901) 253 (Fig. 221). — Freischwimmend (oder im Schleime anderer Algen?), mikroskopische, einzelne, horizontale, meist reich und unregelmäßig verzweigte Fäden oder bei reichem Wachstum dünne, fast einschichtige Flächen oder Knöllchen von mikroskopischer Kleinheit bildend, von welchen die Fäden horizontal, fransenartig ausstrahlen. Zellen in der Fadenmitte, oder mitten im Scheibchen aufgeschwollen, nach auswärts sich verschmälernd, länger und mehr und mehr zylindrisch werdend, meist unregelmäßig gebogen, am Ende fast haarförmig dünn und lang.

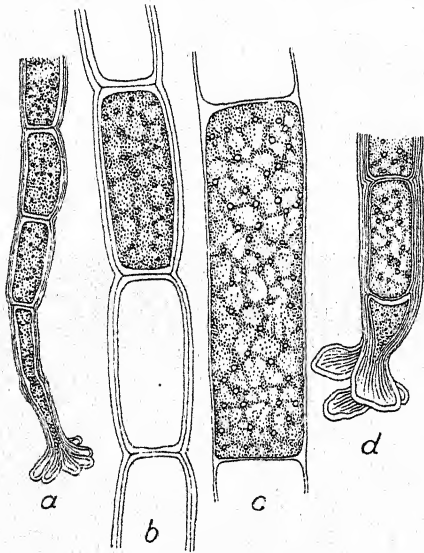


Fig. 220. *Chaetomorpha gracilis* Kütz. a, d Basaltelle zweier Pflanzen. b, c Zellen aus dem oberen Teil der Fäden. (Nach Börgesen, ca. 150/1.)

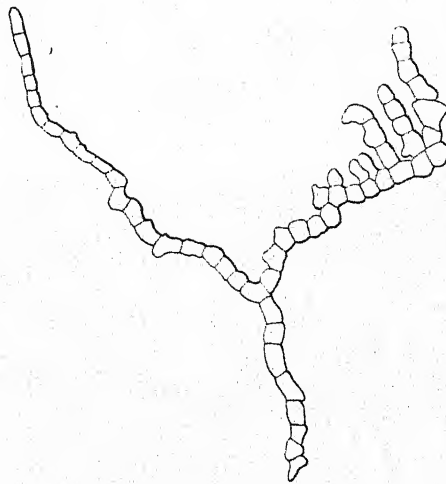


Fig. 221. *Chaetonella* Goetzel Schmidle. (Nach W. Schmidle.)

Verzweigung in der Fadenmitte reichlich, oft einseitig, Zweige senkrecht abstehend, dem oberen Ende der Tragzelle entspringend und vom Hauptfaden nicht wesentlich verschieden. Zellhaut hyalin, dünn, ohne Zellulosereaktion, Zellinhalt mit einem zarten, parietalen, gelbgrünen Chromatophor, ohne Pyrenoide, im Zellinnern 2–5 Zellkerne. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen, welche in den mittleren Fadenzellen in größerer Zahl entstehen und durch einen Riß ausschwärmen.

Nur 1 Art, *Ch. Goetzel* Schmidle, aus dem tropischen Afrika (Nyassa-See) und England im Süßwasser.

9. Rhizoclonium (Kützing, Phyc. gener. [1843] 261) emend. Brand in Hedwigia, Bd. 48 (1908) 69 (Fig. 222). — Fäden in Bündeln, kriechend oder freischwimmend, oft als Lager von mehreren meistens verflochtenen, aber nicht verwachsenen Individuen. Die einzelnen Fäden bestehen aus einer einfachen Reihe kürzerer oder längerer Zellen, die alle (die Basalzelle ausgenommen) teilungsfähig sind, hier und da mit ein- oder wenigzelligen Zweigen, die seitlich entspringen oder meist eine bostrychoide Verzweigung hervorrufen, aber selbst stets unverzweigt sind. Die Basalzelle entwickelt kurze Rhizoiden, die durch Vorwölbung der ganzen Zellhaut entstehen, oder es treten nur die inneren Schichten bruchsackartig vor. Die Rhizoiden werden entweder von der Mutterzelle überhaupt nicht durch eine Scheidewand getrennt, oder die Scheidewand entsteht an der Grenze der Mutterzelle und der

Rhizoidzelle, seltener ist sie vorgerückt oder zurückgerückt. Verstärkungsrhizine fehlen. Vegetative Zellen zylindrisch, niemals keulenförmig, oft unregelmäßig, meist kurz oder wenig lang. Der Chromatophor besteht aus einer durchbrochenen Platte, die zuweilen das Innere der Zelle netzförmig durchsetzt und viele Pyrenoide enthält. Zellkerne 1 bis mehrere in jeder Zelle. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen, die in den vegetativen Zellen entstehen und durch ein rundes Loch entweichen; sie haben Stigma und 2 (ungleiche?) Geißeln und keimen direkt zu vegetativen Fäden aus. Außerdem kommen Akineten vor, die dadurch gebildet werden, daß die Zellen, nachdem sie sich abgerundet und mit Stärke gefüllt haben, sich von ihrer Verbindung mit dem Faden lösen.

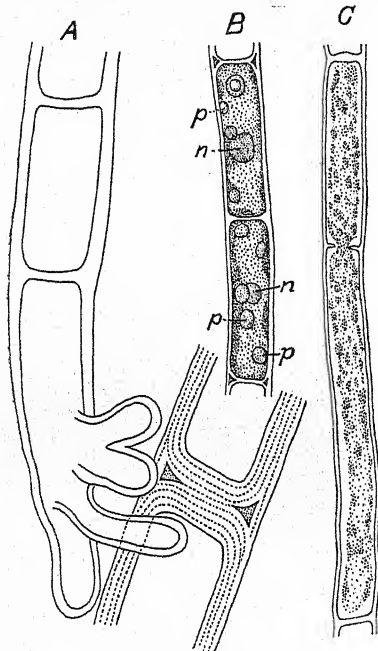


Fig. 222. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Kütz.) Stockm. A Der Basalteil mit korallenartig verzweigter Haptere auf einer *Cladophora*-Zelle; B zwei Zellen mit Pyrenoiden (p, p) und einem Zellkern (n) in jeder Zelle; C eine Zelle, welche im Begriff ist, sich in zwei ungleich lange Tochterzellen zu teilen.

(Nach Wille, 480/1.)

Art. Die Stellung der 2 übrigen Arten, *Spongocladia dichotoma* (Zanard.) Murr. et Boodie, sowie *S. neocaledonica* Grun., muß daher auch als sehr zweifelhaft angesehen werden. Vielleicht stellen sie auch modifizierte Fäden anderer Siphonocladaceen dar.

Etwa 30 Arten in Süß-, Brack- oder Salzwasser oder auf feuchtem Boden in allen Weltteilen. *Rh. hieroglyphicum* (Kütz.) Stockm. ist eine der verbreitetsten Formen. *Rh. Kernerii* Stockm. kommt wahrscheinlich in *Halichondria* endozootisch vor.

Unsichere Gattung.

Spongocladia Areschoug in Öfvers. af Kgl. Vetensk. Akad. Förhdl., X (1853) 201. (*Spongodendron* Zanardini Phycae papuanae in Nuovo Giornale botanico italiano X [1878] 37). — Ist hauptsächlich dadurch von der Gattung *Spongomorpha* verschieden, daß die Thallusverzweigungen zu einem schwammigen, wenig verzweigten oder deutlich fast dichotomisch verzweigten, ± dicken Polster verflochten sind. Die unteren Zellen sind meistens so breit wie lang, die obersten Zweigzellen aber sind vielmals länger als breit und stark verschmälert; in diesen langen Endzellen und in gewissen längeren, interkalaren Zellen entwickeln sich die Schwärmsporen, die aber oft innerhalb ihrer Mutterzelle keimen. Die Zellwände sind meistens sehr dick, besonders in den unteren Zellen.

Es sind 3 Arten beschrieben im Meereswasser auf der südlichen Halbkugel. Nach Weber van Bosse ist die typische Art, *S. vaucheriaeformis* Aresch., wahrscheinlich nur eine durch Symbiose mit einer Spongie (*Halichondria*) umgebildete *Struvea*.

Dasycladaceae.

Mit 10 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. V. Lamouroux, Histoire des Polypiers coralligères flexibles, Caën 1816. — J. Decaisne, Ess. s. une Classification d. Algues et de Polypiers calcifères, Paris 1842. — A. d'Archiac, Description géologique du département de l'Aisne (Mem. Soc. Geol. de France, Vol. V, 1843). — J. Agardh, Nya algerformer (Öfversigt af Kungl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, Årg. II, 1854, Nr. 4). — A. Derbès et A. J. J. Solier, Mém. s. q. points d. l. physiol. d. algues (Suppl. a. Comptes Rendus. P. 1, Paris 1856). — F. T. Kützinger, Tabulae Phycologicae, Bd. 6, 7, Nordhausen 1856—1857. — W. Harvey, Nereis Boreali-Americana, III (Smithson. Contrib. to Knowledge, V, Washington 1857); Phycologia Australica, Vol. 1—5, London 1858—1863. — M. Woronin, Rech. s. l. algues marines *Acetabularia* Lamx. et *Espera* Dene. (Ann. sc. nat. Sér. 4, Bot. T. 16, Paris 1862). — W. Sonder, Die Algen des tropischen

Australiens (Abh. a. d. Geb. d. Naturw., Bd. 5, Abt. 2, Hamburg 1871). — Munier-Chalmas, Observ. s. l. Algues calcaires appart. au groupe d. Siphonées verticill. (Comptes Rendus, T. 85, Paris 1877). — A. de Bary u. E. Strasburger, *Acetabularia mediterranea* (Bot. Zeitung, Jahrg. 35, Leipzig 1877). — G. Berthold, Die geschlechtl. Fortpflanzung v. *Dasycladus claviformis* Ag. (Götting. Nachr. 1880). — J. G. Agardh, Till Algernes Systematik. Nya bidr., 5 afdeln. *Siphoneae* (Lunds Univ. Årsskr., Bd. 23, Lund 1887). — C. Cramer, Ub. die verticill. Siphoneen, besonders *Neomeris* und *Cymopolia* (Denkschr. d. schweiz. naturf. Ges., Bd. 30, Zürich 1887). — H. Graf zu Solms-Laubach, Einleitung in die Paläophytologie, Leipz. 1887. — J. de Toni, Sylloge Algarum I, Patavii 1889, p. 409—423. — H. Graf zu Solms-Laubach, Fossil Botany, 1891; Über die Algengenera *Cymopolia*, *Neomeris* und *Bornetella* (Ann. du Jardin Botan. de Buitenzorg, Vol. XI, Leide 1893); Monograph of the *Acetabularieae* (Transact. of Linn. Soc. of London, 2. Ser. Vol. V, Part. 1, Lond. 1895). — A. H. Church, Struct. of Thallus of *Neomeris dumetosa* (Annals of Botany, Vol. IX, London 1895). — C. Cramer, Ub. *Halicoryne Wrightii* (Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 40, Zür. 1895). — A. C. Seward, Fossil Plants, I, Cambridge 1898. — M. A. Howe, Observ. on Algal Gen. *Acicularia* and *Acetabulum* (Bull. Torrey Bot. Club., Vol. 28, New York 1901); Phycological Studies II, IV (Bull. Torrey Bot. Club, Vol. 32, 36, Lancaster 1905—1908). — K. Okamura, Icones of Japanese Algae, Vol. I, No. IX, Tokyo 1908. — F. Börgesen, *Dasycladaceae* of Danish West Indies (Bot. Tidsskrift, Bd. 28, København 1908). — W. Artari, Mater. morphol. Siphon. I *Dasycladaceae* (Travaux du Musée Bot. Acad. Imp. de St. Pétersbourg, VIII, 1911). — F. Börgesen, Some *Chlorophyceae* from the Danish West Indies (Botan. Tidsskrift, København 1911). — W. Arnoldi, Algologische Studien. Zur Morphologie einiger Dasycladaceen (*Bornetella*, *Acetabularia*) (Flora, Bd. 104, 1912). — J. v. Pia, Neue Studien über die triadischen *Siphoneae verticillatae* (Beitr. z. Paläont. u. Geol. Österr. Ungarns, 1912). — F. Börgesen, The marine Algae of the Danish West Indies. I. *Chlorophyceae* (Dansk botanisk Arkiv, Bd. 1, 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — J. v. Pia, Die *Siphoneae verticillatae* vom Karbon bis zur Kreide (Abh. d. zool. bot. Ges., Wien 1920); Einige Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Geschichte der *Siphoneae verticillatae* (Zeitschr. f. indukt. Abst. u. Vererb., Bd. 30, 1922). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — N. Svedelius, Zur Kenntnis der Gattung *Neomeris* (Svensk botan. Tidsskrift, Bd. 17, 1923). — J. v. Pia, Geologisches Alter und geographische Verbreitung der wichtigsten Algengruppen (Österr. bot. Zeitschr., Bd. 73, 1924). — N. Svedelius, On the discontinuous geographical Distribution of some tropical and subtropical marine Algae (Arkiv för Botanik, Bd. 19, No. 3, 1924). — F. Börgesen, Marine Algae from the Canary Islands, I, *Chlorophyceae* (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3, 1925); Note on the Development of the young Thallus of *Cymopolia barbata* (L.) Lamour. (La Nuova Notarisa, 1925). — V. Jollós, Untersuchungen über die Sexualitätsverhältnisse von *Dasycladus* (Biol. Zentralbl. 46 [1926] 279—295).

Merkmale. Der Thallus besteht aus einer großen, axilen, langgestreckten Stammzelle, die keine Querwände hat, unten mittels Rhizoiden befestigt ist und akropetal Quirle von gegliederten, einfachen oder verzweigten Seitenästen mit begrenztem Wachstum hervorbringt. In fertilen Zweigen werden entweder direkt Gameten entwickelt oder auch erst Aplanosporen gebildet, die sich späterhin in Gametangien umwandeln. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist eine Gametenkopulation. Zoosporen und Akineten fehlen. Zellkerne zahlreich. Chromatophoren zahlreich, klein, ellipsoidisch-linsenförmig, mit 1 Pyrenoid.

Vegetationsorgane. Der Thallus, der eine Länge von 1—10 cm hat, ist meistens einfach, selten dichotomisch in einer Ebene verzweigt (z. B. *Cymopolia*, Fig. 224, 3, 4); die querwandlose, zuweilen hier und da schwach eingeschnürte Stammzelle (*Cymopolia*), die ebenso lang wie das ganze Individuum ist, wird an der Basis durch querwandlose Rhizoidfortsätze befestigt, wächst an ihrer Spitze unbegrenzt fort und bringt akropetal Quirle einer größeren oder geringeren Anzahl von einfachen oder verzweigten, oft mehrzelligen Seitenästen mit begrenztem Wachstum (Blättern) hervor, die wenigstens ursprünglich mit der Stammzelle in offener Verbindung stehen, später aber abfallen können und dann eine von einem Zellulosepfropfen geschlossene Narbe zurücklassen.

Die Wirteläste werden als kleine Ausbuchtungen der Stammzelle angelegt; diese primären Äste verzweigen sich wieder 1- oder mehrmals, wahrscheinlich büschelig oder döldchenartig, und tragen daher an ihren Scheiteln eine Anzahl sekundärer Zweige, die bei *Neomeris* auf nur 2 reduziert sind. Eine echte Dichotomie ist bei den rezenten *Dasycladaceae* kaum vorhanden, kommt aber beispielsweise bei der fossilen Gattung *Anthracoporella* vor.

Nach der Entwicklung des vegetativen Thallus kann man die Familie in drei Unterfamilien teilen. Am niedrigsten stehen die *Dasycladaceae*, die besonders durch wiederholt

verzweigte Seitentriebe, schwache Verkalkung und Fehlen der Facettenbildung charakterisiert sind.

Bei der typischen Gattung *Dasycladus* (Fig. 223) geht aus der zentralen Stammzelle eine große Anzahl etagenweise angeordneter, sparriger Seitenäste aus; in jedem Wirtel, die miteinander alternieren, sind 10–15 Zweige. Diese primären Wirteläste sind wiederum wirtelig verzweigt, meist dreimal, und die letzten Glieder sind kurz und enden in einer ± scharfen Spitze. Die Seitentriebe werden durch Querwände von der Stammzelle wie auch gegeneinander abgesetzt. Die Hauptachse weist eigenartige Wandverdickungen auf, und es kommt zu einer Kalkeinlagerung in den äußersten Wandlagen, die aber unterbrochen ist an den Stellen, wo die Quirläste an dem Hauptstamm inseriert sind. Die Gametangien

sind kugelig-birnförmig und entstehen scheinbar terminal und einzeln an der Spitze der primären Seitenäste und gliedern sich von diesen durch eine Querwand ab.

Bathophora (Fig. 228, 229) zeigt einen gleichen Bau, weicht aber durch weiter voneinander entfernte und längere, etwas steife, di- bis trichotomisch verzweigte Quirle ab; die Äste stehen in einer Anzahl von 3–12 in einem Wirtel. Außerdem sitzen die Fortpflanzungsorgane zu mehreren zusammen deutlich seitlich am Oberende sowohl der primären wie der sekundären Seitensprosse.

Chlorocladus ist durch weiche Haarpinsel, die von den obersten Gliedern der Quirläste ausgehen, besonders charakteristisch.

Bei der Unterfamilie *Neomerideae* sind die Seitentriebe immer nur einmal verzweigt, und die Endverzweigungen schließen durch Anschwellung so dicht an-

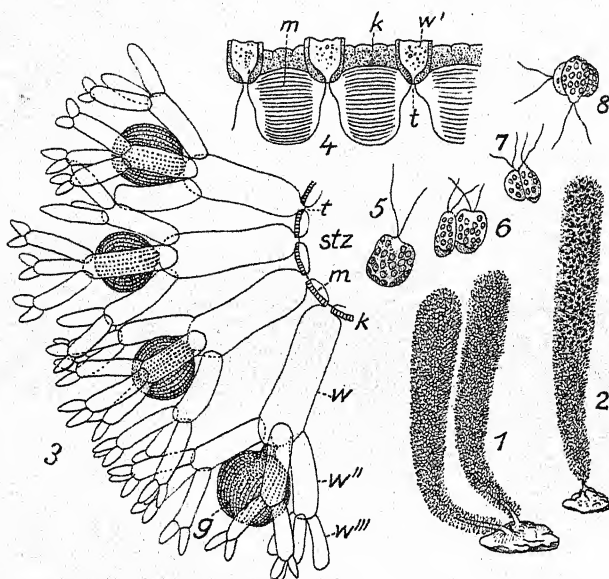


Fig. 223. *Dasycladus claviformis* (Roth) Ag. 1, 2 Habitusbilder steriler und fertiler Pflanzen (natürliche Größe); 3 Stück eines Astwirtels, *stz* zentrale Stammzelle, *w*, *w'*, *w''* Wirteläste 1., 2. und 3. Ordnung, *g* Gametangium; 4 Querschnitt durch die Wand der Stammzelle, *w'* der basale Teil eines Wirtelastes 1. Ordnung, *m* und *k* Wandung, innen (*m*) aus Zellulose, außen (*k*) mit Kalk inkrustiert, *t* Tüpfelkanal an den Stellen, an denen die Seitenäste inseriert sind; 5–8 Gameten und deren Kopulation. (4 nach Nägeli; die übrigen nach Oltmanns.)

einander, daß sie eine zusammenhängende, in der Oberflächenansicht aus 6eckigen Feldern (Facetten) bestehende, stark mit Kalk inkrustierte Rindenschicht bilden (*Neomeris*, Fig. 224, 1, 2, *Bornetella*, Fig. 230, *Cymopolia*, Fig. 224, 3, 4). Auf diesen angeschwollenen Blattenden sitzen in jüngerem Zustande einzelne einfach oder dichotomisch verzweigte, mehrzellige Haare, welche die jungen Stammspitzen büschelförmig umgeben (*Neomeris*, *Cymopolia*), später aber abfallen und nur eine sehr kleine Narbe zurücklassen. Es tritt hier charakteristische Verkalkung auf. Bei *Neomeris* bildet sich rings um das Ganze ein äußerer Kalkmantel, indem sich unmittelbar an den Facetten (Fig. 224, 2) Kalk (*k'*) ablagert. Die nach außen gekehrten Facettenwände bleiben frei, die Kalkkruste bildet sich an den einwärts gekehrten Blasenteilen, wodurch eine zusammenhängende Kalklage von mäßiger Dicke geschaffen wird, welche nur die Facettenstiele passieren. Die primären Astglieder werden röhrig umhüllt, und ganz besonders starke Kalkmäntel erhalten die Aplanosporangien. Der Kalkmantel bei *Bornetella* (Fig. 230) entsteht dadurch, daß die Facettenschläuche in ihren radialen Wänden einen auffallenden Verdickungsring erhalten, welcher weit in das Lumen der Zellen hineinragt und stark geschichtet erscheint. Diese

Verdickungsringe benachbarter Facettenschläuche entsprechen sich genau, und wenn sie nun alle gleichmäßig verkalken, entsteht ein gitterförmiger Kalkmantel.

Bei den genannten Gattungen sind sämtliche Quirläste gleichartig und fertil, bei *Cymopolia* dagegen (Fig. 224, 3, 4) sind die Quirle von zweierlei Art, aus fertilen bzw. sterilen Zweigen bestehend. Der Aufbau der ersteren harmoniert mit denjenigen von *Neomeris*, nur die Verkalkung ist eine andere. Alle Seitenglieder erster und zweiter Ordnung bilden zwischen sich eine zusammenhängende Gallertmasse, und indem in dieser allmählich Kalk abgelagert wird, entsteht ein dicker Kalkmantel, aus welchem nur die Scheitel der Facettenblasen herausragen. Nach Ausbildung einer größeren Anzahl fertiler Zweige erscheinen periodisch an der Hauptachse sterile (Fig. 224, 3, *st*) Ästchen. Diese verkalken nicht, und dadurch entstehen in Verbindung mit einer lokalen Verengung

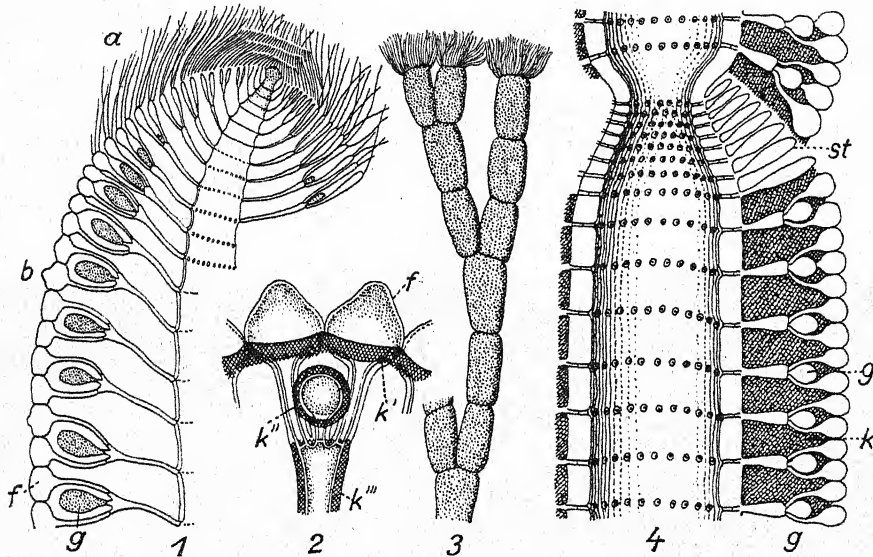


Fig. 224. 1 *Neomeris annulata* Dick., Längsschnitt durch die Spitze eines entkalkten Individuums. — 2 *N. dumetosa* Lamx., partiell verkalkter Wirtelast, *k'*, *k''*, *k'''* Kalkinkrustationen. — 3, 4 *Cymopolia barbata* (L.) Harv. 3 Wenig vergrößertes Habitusbild eines kleinen Stückes der Pflanze; 4 Längsschnitt derselben, eine der unverkalkten Gliederungsstellen des Stammes umfassend. An dieser Stelle sind die seitlichen Quirlglieder unverzweigt und enden mit einer Narbe, die früher je eines der verzweigten Haare getragen hat. Soweit die Glieder verkalkt sind, tragen alle Wirtelblätter ein terminales Sporangium und 4—6 Blättzweige 2. Ordnung, die an der Spitze blasenförmig anschwellen. Die Ausdehnung der Verkalkung ist durch dunkle Schattierung angedeutet. *f* Facetten, *k* verkalkte Teile, *g* Aplano-sporangien, *st* sterile Äste. (1 nach Cramer; 2 nach Church; 3 nach Oltmanns; 4 nach Solms.)

der Hauptachse die Gelenke, die den Thallus von *Cymopolia* charakterisieren. Die Enden der sterilen Wirtel tragen büschelweise lange, von Chromatophoren dicht gefüllte, gegliederte Fäden, die der Assimilation dienen. Wenn das Glied, infolge Neubildung eines neuen oberhalb der alten, zwischen die verkalkten Massen der fertilen Triebe eingeklemmt wird, gehen die Assimilationsfäden verloren.

Cymopolia bildet ein Übergangsglied zu der Unterfamilie *Acetabularieae*. Während bei den *Dasycladaceae* und *Neomerideae* (*Cymopolia* ausgenommen) die fertilen Quirle in großer Zahl und in ununterbrochener Reihenfolge aufeinanderfolgen, wechseln bei den *Acetabularieae* sterile und fertile Wirtel rasch miteinander, und bei den höchsten Typen (*Acetabularia* und *Acicularia*) wird gar nur ein einziger fertiler Quirl in charakteristischer, hutpilzartiger Weise herausgebildet (Fig. 227 A, B und Fig. 232). *Cymopolia* bildet insofern einen Übergang, als hier sterile Quirle in geringer Zahl zwischen den fertilen Teilen eingeschaltet werden.

Etwas weiter in dieser Richtung ist *Halicoryne* (Fig. 225, 1) ausgebildet, bei der sich an der abwechselnd erweiterten und verengten Hauptachse sterile und fertile Quirle ab

lösen. Die acht Glieder eines sterilen Wirtels wechseln regelmäßig mit den 16zähligen fertilen. Jedes Glied der letzteren führt ein großes, schotenförmiges Gametangium (Fig. 225, 1, *g*), das von einer basalen, meist erst kurz vor der definitiven Ausgestaltung durch eine Querwand abgetrennten Zelle getragen wird. Diese Basalzelle trägt auf ihrer Oberseite Zweige, welche denen der sterilen Wirtel entsprechen.

Bei der Gattung *Acetabularia* wird der vertikale, zu unterst sterile Stamm mit einem

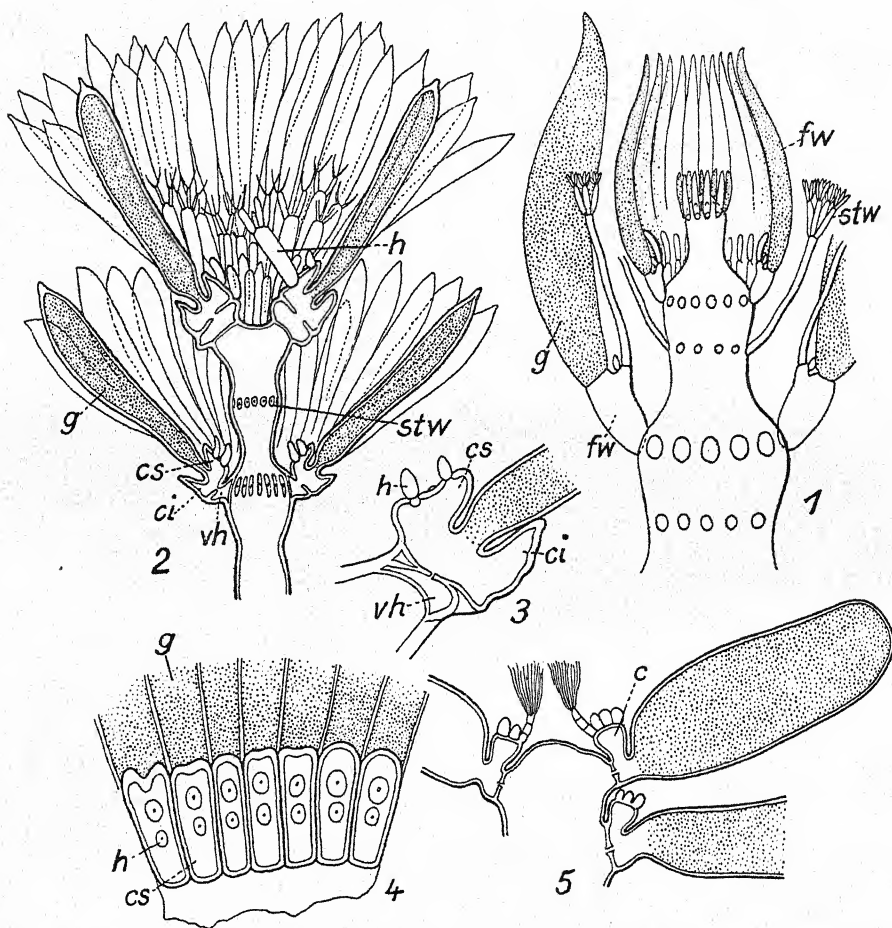


Fig. 225. 1 *Halicoryne Wrightii* Harv. Oberer Teil des Sprosses. — 2–4 *Acetabularia crenulata* Lamx. 2 Oberer Teil eines Sprosses; 3 Basalstück eines fertilen Wirtelzweiges; 4 Stück des Scheitels bzw. Schirmes von oben gesehen. — 5 *A. Moebii* Solms. Oberende des Sprosses. *g* Gametangien, *cs* Corona superior, *ci* Corona inferior, *stw* sterile Wirtel, *fw* fertile Wirtel, *h* Haare, *vh* Vorhof. (Nach Solms und Cramer.)

Quirle von sackartig aufgeblasenen Aplanosporangien abgeschlossen. Gelegentlich können mehrere solche fertile Quirle übereinander vorkommen. Die Sekt. *Polyphysa* (Fig. 226) hat freie Aplanosporangien, bei den höheren Typen (Fig. 232) werden sie durch reichliche Kalkausscheidung oder durch organische Verkettung zu einem Schirm zusammengehalten. Die Höhlungen der Aplanosporangien stehen in offener Kommunikation mit der Stammzelle, und an der Stelle, wo die Strahlen ihren Anfang nehmen, wölben sich Auswüchse empor. Die oberen werden als Corona superior bezeichnet, die übrigen nehmen ihre Stellung unter den Strahlen ein und bilden die Corona inferior. Wo die Achse die fertilen Quirle entsendet, wölbt sich ihre Wand nach auswärts vor, sie bildet Aus-

sackungen, die an Zahl genau derjenigen der zu bildenden Wirteläste entsprechen (Vestibulae, Fig. 225, 3, *vh*). Die Oberkrone trägt in dem obersten fertilen Wirtel reich verzweigte Astbüschel oder Haartriebe (Fig. 225, 3, *h* und Fig. 232, 2, 3, *htr*), in dem unteren nur Rudimente derselben. *Acetabularia mediterranea* Lamx. lebt mehrere Jahre in sterilem Zustand, bevor die fertilen Triebe hervorbrechen.

Häufig besteht das Individuum nur aus einer einzigen Zelle, deren verschiedene Verzweigungen oder Abschnitte durch schmalere oder breitere Poren miteinander in offener Verbindung stehen; diese Poren können aber mitunter durch einen Zellulosekörper oder eine Querwand geschlossen werden, so daß mehrere Zellen entstehen (z. B. die oben genannten Haare bei *Neomeris* und *Cymopolia*); auf ganz dieselbe Weise werden auch die Gametangien bei *Dasycladus* durch Zellulosekörper von dem übrigen Teil der Pflanze abgegrenzt. Die Zellen enthalten ein wandständiges Protoplasma, in dem sich zahlreiche Zellkerne und zahlreiche kleine elliptische oder ovale, flachgedrückte Chromatophoren finden, die ein kleines Pyrenoid umschließen. Stärke ist ein allgemeiner Inhaltsbestandteil, doch finden sich außerdem bei *Polyphysa*, *Acetabularia* und *Botryophora* auch Inulin und Eiweißkristalloide. Sie können auch Gerbsäure enthalten. Infolge der Verkalkung sind viele fossile *Dasycladaceae* bekannt, sie sind von Pia und anderen studiert worden. Dadurch sind die Entwicklungslinien der rezenten Typen ziemlich gut klargelegt worden.

Vegetative Vermehrung. Schwärmsporen scheinen gänzlich zu fehlen, und da die Aplanosporen zu Gametangien werden, dürften alle ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane fehlen. Bei *Acetabularia* kann der untere Teil des Thallus, der sich von dem oberen durch eine Querwand abgrenzt, überwintern; dieser überwinternde Teil besteht aus einem inkrustierten, unregelmäßig und quirlig verzweigten Fuß (Fig. 227, C, D) und einer dünnwandigen, ± gelappten und verzweigten Basalblase, die Reservahrung enthält und erst im kommenden Frühling zu einem zylindrischen Faden auswächst.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Alle jetzt lebenden *Dasycladaceae* bilden die Fortpflanzungsorgane als spezielle Ausstülpungen von den Wirtelästen her aus. Hinsichtlich ihrer Entstehung sind sie nicht als umgebildete Wirteläste anzusehen, sondern als Neubildungen, Gebilde »sui generis« aufzufassen. Die Fortpflanzungsorgane sitzen entweder einzeln und scheinbar terminal an den Gliedern der Seitensprosse (*Dasycladus* Fig. 223, 3, *g*, *Neomeris*) oder oft zu mehreren zusammen seitlich am Oberende der Zellen sowohl der primären wie der sekundären Seitenzweige (*Bornetella*, *Botophora*, Fig. 228). Bei *Acetabularia* bilden die zahlreichen wirtelig stehenden Aplanosporangien den bekannten »Schirm«, sie sind entweder voneinander frei oder fest verkittet und zusammengewachsen (Fig. 227 A). Die Gametangien von *Neomeris* und gewisser anderer Gattungen wurden seit lange als terminal angesehen, doch hat es sich durch Untersuchungen von Svedelius (1924) gezeigt, daß sie ihrer Anlage nach nicht endständig sind, sondern seitlich entstehen und erst durch spätere Verschiebungen eine terminale Stellung einnehmen. Es ist wahrscheinlich, daß alle rezenten *Dasycladaceae* der Anlage nach seitständige Gametangien haben.

Als relativ ursprünglich sind wohl solche Typen anzusehen, die viele Gametangien

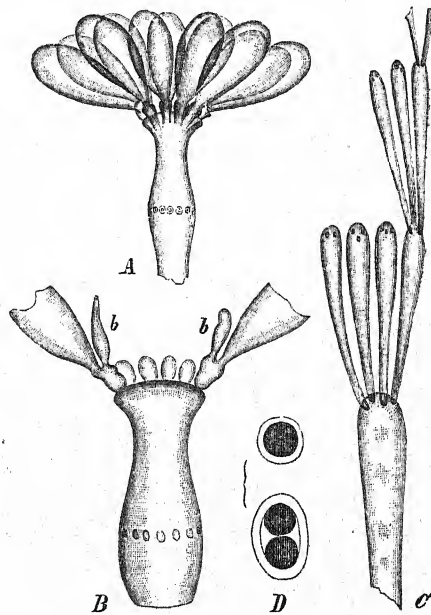


Fig. 226. *Acetabularia peniculus* (R. Br.) Solms. A Spitze eines Individuums mit fertilen Blättern; B Spitze eines Individuums, den Vegetationspunkt und die angeschwollene Basis der fertilen Sprosse zeigend, welche oben einen kleinen, seitenständigen Auswuchs (*b*) zeigt; C Teil eines sterilen Sprosses; D Aplanosporen, von denen eine 2teilig ist. (Nach Agardh.)

bzw. Aplanosporangien an jedem Ast ausgebildet haben; sie müssen dann natürlich stets seitenständig sein, wie z. B. bei *Batophora* und *Bornetella*. Als von der ersteren abgeleitet sind dagegen die mit nur einem Gametangium an jedem Ast anzusehen, wie *Dasycladus*, *Chlorocladus*, *Neomeris* und *Cymopolia*.

Die Fortpflanzungsorgane der *Dasycladaceae* erzeugen entweder direkt zahlreiche Gameten (*Dasycladus*), oder sie entwickeln anfänglich kugelig-ovale, membranbekleidete Sporen — die ich hier Aplanosporen genannt habe, die aber vielfach auch »Cysten« benannt werden —, welche erst nach einer Ruhezeit die Gameten entwickeln. Die meisten bilden zahlreiche Aplanosporen; bei *Neomeris* entsteht in jedem Sporangium nur eine

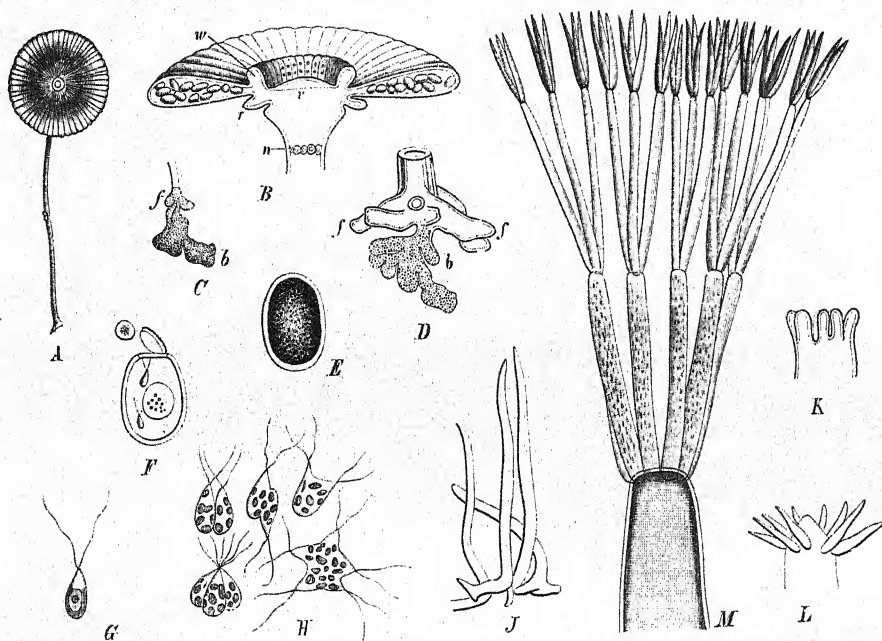


Fig. 227. *Acetabularia mediterranea* Lamx. A Ein Individuum in natürlicher Größe; B halbschematische Darstellung des Schirmes, w Blattnarben, r rudimentärer Blattquirl unter dem fertilen Schirm, n Ring oberhalb des fertilen Schirmes mit konzentrischen Blattnarben; C, D der untere Teil mit Rhizoiden, f der Fuß, b die Basalblase (20/1); E Aplanosporen, die später zu einem Gametangium umgebildet werden; F Entleerung des Gametangiums (120/1); G Gamet; H verschiedene Formen der Gametenkopulation (600/1); I junge Pflanze, aus Zygoten hervorgegangen (120/1); K, L Anlage des ersten Blattquirls an der Spitze eines jungen Individuums (90/1); M beinahe fertig gebildeter Haarquirl an der Spitze eines jungen Individuums (95/1). (A nach Woronin; B nach Falkenberg; C—M nach de Bary und Strasburger.)

einzigste, relativ große Spore, aber mit mehreren Zellkernen. Sie werden aber sämtlich zum Ausgangspunkt vieler Gameten. P i a faßt den *Dasycladus*-Typus in dieser Beziehung als reduziert auf, d. h. als eine Form mit weggefallener Aplanosporangienbildung.

Bei *Dasycladus* entstehen beispielsweise die Gameten in großer Anzahl aus dem wandständigen Inhalt in den scheinbar terminalen Gametangien, die durch einen Zellulosepfropfen von dem übrigen Teil der Pflanze abgegrenzt sind, und treten durch einen Riß aus. Die Gameten sind gleichförmig, stark abgeplattet und, von der breiten Seite gesehen, herzförmig; sie haben 2 Geißeln an 1 farblosen Fleck mitten an der vorderen breiten Seite, ermangeln aber des roten Augenfleckes. Es können nur Gameten von 2 verschiedenen Individuen kopulieren. Sie keimen direkt (Fig. 223). Vielleicht kann auch Parthenogenese vorkommen. Bei *Acetabularia* (Fig. 227 und Fig. 232) gehen die Gameten aus den Aplanosporen hervor, die zu je 40—80 simultan in den fertilen Sprossen entstehen; diese Aplanosporen werden durch Zerbrechen des Schirmes frei und beginnen nach Verlauf von 1 bis 3 Monaten zu keimen, indem sich ihr wandständiger Inhalt direkt zu einer großen Anzahl von Gameten umbildet, die durch einen runden Deckel frei werden. Die Aplanosporen

können aber auch schon innerhalb der Mutterzellmembran Gameten erzeugen (Börgesen). Die Gameten sind völlig gleichartig und eiförmig, haben 2 Geißeln an dem spitzen vorderen farblosen Ende und einen roten Augenfleck. Sie können zu 2—4 und sogar in umgekehrter Stellung kopulieren, jedoch nur dann, wenn sie in 2 verschiedenen Gametangien entstanden sind.

Die Auffassung über die Natur dieser Aplanosporen oder Cysten ist etwas unsicher und strittig. Meines Erachtens hat wohl Oltmanns das Beste getroffen, wenn er sagt, daß die meisten Dasycladaceen ein Ruhestadium an einer ungewohnten, wenn man will »falschen« Stelle in den Entwicklungsgang einschalten. Statt in die Zygoten wird die Ruhezeit in die Gametangien verlegt. Das scheint bei *Neomeris* am klarsten zu sein, bei welcher ja das Gametangium in toto zu einer ruhenden Zelle wird.

Cymopolia scheint eine etwas abweichende Fortpflanzung zu haben, indem die Gametangien direkt Keimschläuche treiben. Man darf wohl hier Apogamie vermuten.

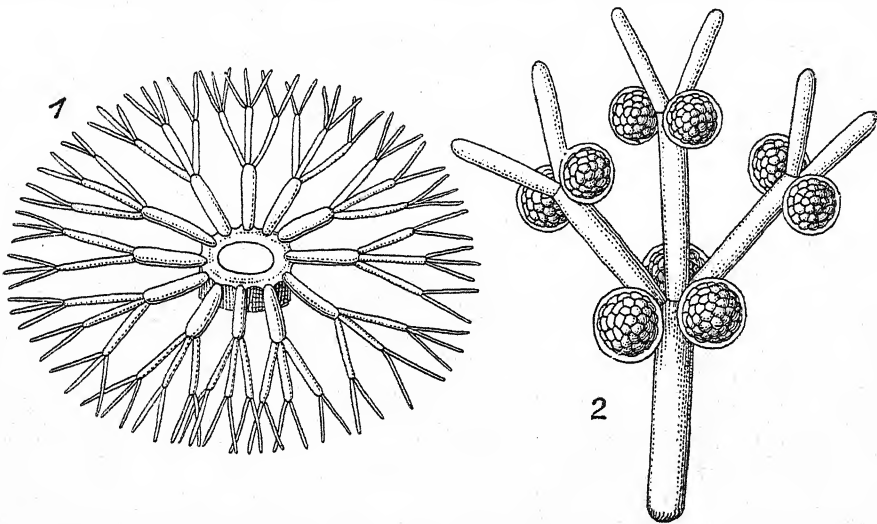


Fig. 228. *Batophora Oerstedii* J. Ag. 1 Achse mit sterilen Wirtelästen; 2 Wirtelast mit Gametangien. (Nach Harvey.)

Unsere Kenntnisse von der Fortpflanzung der übrigen *Dasycladaceae* sind noch recht lückenhaft.

Die Keimung. Bei den bisher bekannten Formen keimen die Zygoten sofort und wachsen direkt zu einer neuen Pflanze aus. Die Gameten von *Dasycladus* können vielleicht auch parthenogenetisch keimen, und bei *Cymopolia* endlich können die Gametangien direkt Keimschläuche treiben.

Geographische Verbreitung. Die *Dasycladaceae* gehören den tropischen und subtropischen Meeren an und erstrecken sich nördlich bis zum Mittelmeere, wo *Dasycladus clavaeformis*, *Cymopolia* und *Acetabularia* vorkommen. *Neomeris* weist eine außerordentlich diskontinuierliche Verbreitung auf, die nach Svedelius eine Kommunikation der Meere zwischen Nord- und Südamerika in früheren Zeitepochen voraussetzt.

Fossile Formen. Dank der Verkalkung sind viele *Dasycladaceae* aus vergangenen Zeitepochen als Fossilien erhalten geblieben, die einen recht guten Einblick in die Phylogenie der rezenten Formen geben. Sie gehören zu den allerältesten, sicher bekannten Algentypen auf unserer Erde und werden in dieser Hinsicht nur von den Corallinaeen übertroffen, die bereits aus dem Kambrium bekannt sind. Daher haben sie auch ein ganz besonderes Interesse. Die *Dasycladaceae* erscheinen zum ersten Male im Untersilur, weit nördlicher, als ihre heutigen Vertreter gehen. Wahrscheinlich lag der Entwicklungsmittelpunkt der *Siphoneae verticillatae* während des Altpaläozoikums in der Nähe der Arktis, während er von der Trias an schon in den Tropen ge-

wesen zu sein scheint. Schon die ältesten Typen zeigen ebenso wie die heute lebenden eine weite zentrale Achse, welche mit Seitentrieben besetzt war; diese standen jedoch bei den allerältesten nicht wirtelig, sondern regellos zerstreut und waren auch nicht verzweigt. Die Fortpflanzungsorgane dieser ältesten *Dasycladaceae* waren aller Wahrscheinlichkeit nach Aplanosporangien, die in der Zentralzelle selbst gebildet wurden (endospore *Dasycladaceae*). Aus dem Jura sind Typen mit verzweigten, bis zu seitlichem Kontakt anschwellenden, Aplanosporangien tragenden Seitentrieben bekannt (cladospore *Dasycladaceae*), und erst in der Kreide treten die ersten rezenten Gattungen (*Neomeris*, *Cymopolia*, *Acicularia*) auf. Alle jetzt lebenden *Dasycladaceae* bilden die Fortpflanzungsorgane als ganz spezielle Ausstülpungen von den Seitenzweigen her aus (sog. choristophore *Dasycladaceae*). Die Ontogenie von *Neomeris* scheint diese von Pia dargelegte Auffassung der Entwicklungslinie der *Dasycladaceae* zu bestätigen. Überhaupt ist das biogenetische Grundgesetz insofern bei den *Dasycladaceae* erfüllt, als gewisse geologisch ältere Typen, die Jugendformen gewisser späterer Formen, sich im Paläozoikum als selbständige Sippen vorfinden. Für Weiteres muß ich auf die interessante Darstellung von Pia (1920 und 1922) verweisen, wie auch auf Solms-Laubach (1891), Seward (1898) u. a.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die *Dasycladaceae* bilden eine einheitliche Familie, die wohl in den *Valoniaceae* wurzelt. Aus paläontologischen Gründen ist man zu der Annahme berechtigt, als relativ ursprünglich solche Typen anzusehen, bei denen viele Gametangien an jedem Ast ausgebildet sind. Sie müssen dann natürlich stets seitenständig sein, wie z. B. bei *Batophora* (Fig. 228) und *Bornetella*. Als von der ersteren abgeleitet sind dagegen anzusehen die mit nur einem Gametangium an jedem Ast, wie *Dasycladus*, *Chlorocladus*, *Neomeris* und *Cymopolia*. Hinsichtlich der Stellung und Anzahl der Gametangien kann also der Entwicklungsgang so gedacht werden, daß Typen mit zahlreichen seitenständigen Gametangien zur Entstehung von Typen mit einem seitenständigen geführt haben, wobei dann dieses einzige, der Anlage nach seitenständige, schließlich zu scheinbarer Endständigkeit verschoben worden ist, was mit der Ontogenie von *Neomeris* ganz übereinstimmen würde. Am niedrigsten steht die Unterfamilie *Dasycladeae* mit den Gattungen *Batophora*, *Chlorocladus* und *Dasycladus*, die besonders dadurch, daß die wirtelig gestellten Kurztriebe wiederholt verzweigt sind, durch durchgehends schwächere Verkalkung sowie fehlende Bildung einer Facettenrinde gekennzeichnet sind.

Andererseits schließen sich *Neomeris*, *Cymopolia* und *Bornetella*, eine andere Unterfamilie — *Neomerideae* —, eng zusammen; sie sind durch nur einmal verzweigte, stark verkalkte Facettenrinde, deren Zellen durch lange Haarzellen abgeschlossen werden, charakterisiert.

Innerhalb dieser beiden Gruppen sind die Gattungen, welche seitenständige Fortpflanzungsorgane haben, also *Batophora* und *Bornetella*, als die relativ ursprünglichsten anzusehen. Von den *Neomerideae* stammen die *Acetabularieae* ab; als die niedrigste von diesen letzten muß *Halicoryne* angesehen werden, durch *Chalmasia* geht die Entwicklung zu *Acetabularia*, der sich *Acicularia* als eine besonders differenzierte Form anschließt. Die *Dasycladaceae* bilden einen Endzweig der Entwicklung und haben vielleicht eine ferne Verwandtschaft mit den *Characeae*.

Einteilung der Familie.

A. Alle oder fast alle Blätter mit sterilen Auszweigungen. Gametangien oder Aplanosporangien rundlich ohne besonders ausgebildetes Basalstück.

a. Seitentriebe wiederholt verzweigt, schwache Verkalkung und ohne Facettenrinde

I. *Dasycladeae*.

α. Zahlreiche laterale Aplanosporangien an jedem Ast 2. *Batophora*.

β. Ein, scheinbar terminales Gametangium an jedem Ast.

I. Die obersten Glieder der Quirläste bilden weiche Haarpinsel . . . 3. *Chlorocladus*.

II. Die obersten Glieder der Quirläste kurz, in einer Spitze endend . . . 1. *Dasycladus*.

b. Seitentriebe nur einmal verzweigt, mit stark verkalkter Facettenrinde

II. *Neomerideae*.

α. Zahlreiche laterale Aplanosporangien an jedem Ast 6. *Bornetella*.

β. Ein, scheinbar endständiges Aplanosporangium an jedem Ast.

I. Stamm unverzweigt, ungegliedert 4. *Neomeris*.

II. Stamm dichotomisch verzweigt, gegliedert 5. *Cymopolia*.

- B. Sterile und fertile Blätter verschieden; Aplanosporangien stark verlängert mit einem charakteristischen Basalstück, meist zu Schirmen verbunden . . . III. Acetabularieae.
- a. Die Aplanosporen ohne Kalkinkrustation 9. Acetabularia.
- b. Die Aplanosporen mit Kalkinkrustation.
- a. Die fertilen Blätter bilden mehrere gleiche Quirle 7. Halicoryne.
- β. Die fertilen Blätter bilden einen Schirm.
- I. Sporen freiliegend im Aplanosporangium 8. Chalmasia.
- II. Sporen durch eine Kalkmasse vereinigt 10. Acicularia.

I. Dasycladeae.

Individuen keulenförmig mit wiederholter dichotomischer oder polytomischer Verzweigung der Kurztriebe, ohne oder mit nur schwacher Verkalkung und ohne Facettenbildung, entweder mit Gametangien, die einzeln und scheinbar endständig an jedem Ast erster Ordnung stehen, oder mit zahlreichen, meist lateralen, kugelig-birn förmigen Aplanosporangien sowohl an den primären wie den sekundären Seitensprossen. Sämtliche Seitensprosse können fertil werden. Im Innern der Aplanosporangien entstehen eine Anzahl kugelförmige Aplanosporen, die sich zu Gametangien entwickeln. Kopulation von nur wenig verschiedenen, etwas unregelmäßigen Gameten bekannt.

1. *Dasycladus* Agardh in Flora, Bd. II (1827) 640 (Fig. 223). (Inkl. *Codium* p. p. Delle Chiaje, Hydrophyt. Neap. [1829] Tab. XXXVIII; *Myrsidium* Bory, Exped. Sc. de Morée [1832] No. 1493; *Cladostephus* Agardh, p. p., System. 168; *Conferva* Roth, p. p., Catal. Botan. III [1806] 315; *Fucus* Bertoloni, Amoenit. ital. [1819] 308; *Spongia* Scopoli, Flora carniolica, Vol. II [1772] Tab. 64; *Typhlosiphon* Schousboe, Icon. ined., Tab. 70). — Stamm unverzweigt, zylindrisch-keulenförmig, schwammig, nicht inkrustiert, besteht aus einer dickwandigen, fadenförmigen, querwandlosen Stammzelle ohne starke Einschnürungen, die an der Basis reich verzweigte, ungegliederte Rhizoiden bildet. Über diesen bleibt ein kurzes Stück astfrei, und dann folgen in Etagen übereinander dicht stehende Quirle, aus je ungefähr 10–15 Ästen bestehend. Diese primären Äste teilen sich schirmförmig einige Male (meist 3) mit nach außen sowohl an Zahl wie an Länge abnehmenden Verzweigungen, die je eine besondere Zelle bilden; die letzten Glieder sind kurz und enden mit einer ziemlich scharfen Spitze. Die Verzweigungen greifen derart ineinander, daß äußerlich das Aussehen eines wurmförmigen Schwammes oder einer Bürste resultiert. Die Quirläste sind gegen den Stamm durch Querwände abgegrenzt. Die zentrale Stammzelle hat dicke Wände und ist in den äußersten Wandschichten mit Kalk inkrustiert; wo aber die Quirläste inseriert sind, ist dieser Kalkmantel unterbrochen. Die Chromatophoren sind in großer Anzahl vorhanden, oval oder elliptisch, von der Seite gesehen zusammengedrückt und enthalten ein kleines Pyrenoid. Die Gametangien sind groß und kugelförmig und entstehen einzeln, scheinbar terminal an den primären Seitenästen, umgeben von den Sproßverzweigungen der 2. Ordnung. Sie entlassen große Mengen von Gameten. Diese sind flach, von der einen Seite schmal, von der anderen breit rechteckig mit gerundetem Hinterende und fast gerade abgestutztem Vorderende, wo 2 Geißeln in der Mitte sitzen; die Gameten haben mehrere Chromatophoren und Stigma, sie kopulieren unregelmäßig, stets zwei von verschiedenen Individuen stammend, und die Zygote keimt sofort. Andere Vermehrungsorgane fehlen.

1 Art, *D. claviformis* (Roth) Ag. (= *Fucus vermicularis* Bert., *Conferva claviformis* Roth), im Mittelmeer, bei Madeira, den Kanarischen Inseln und Westindien.

2. *Batophora* J. Agardh in Översigt af Kgl. Vetensk. Akad. Förhandl., Ärg. 11, No. 4 (1854) 107 (Fig. 228 und Fig. 229). (*Dasycladus* Harvey p. p., Nereis Bor. Americ., Part III [1858] 38; *Botryophora* [Harvey] J. Agardh, Till Algernes Systematik, Afd. 5 [1887] 141; *Coccocladus* Cramer, Über die verticillirten Siphoneen in Neue Denkschr. schweiz. naturf. Gesellsch. Bd. XXX [1887] 37). — Die Individuen sind keulenförmig, mit einem deutlich abgesetzten Stielteil und ohne Kalkinkrustationen, mittels reich verzweigter, ungegliederter Rhizoiden befestigt. Von voriger Gattung besonders abweichend durch weiter voneinander getrennte und längere, aber stets steife, di-trichotomisch verzweigte Äste, 3–12 in einem Wirtel. Die zentrale Stammzelle meist einfach, selten gespalten. Die kugelig-birn förmigen Aplanosporangien teils scheinbar terminal, teils lateral mehrere zusammen am oberen Ende der primären und sekundären Seitensprosse. Sie enthalten eine große Anzahl runder, membranbekleideter Aplanosporen, die sich zu Gametangien entwickeln.

Nur 1 Art, *B. Oerstedii* J. Ag. (= *Botryophora occidentalis* J. Ag., *Botryophora Conquerantii* Cramer, *Dasycladus occidentalis* Harvey und *Coccocladus occidentalis* Cramer) an unterseeischen Wurzeln und Ästen von Mangroven usw. in Westindien und Florida.

3. *Chlorocladus* Sonder, Alg. d. trop. Austral. (1871) 67. — Weicht von *Dasycladus* dadurch ab, daß die obersten Glieder der Quirläste weiche Haarpinsel bilden und nur ditrichotomisch verzweigt sind, die scheinbar terminalen Sporangien von 4 sterilen, dichotomisch geteilten Sproßverzweigungen umgeben sind. In den runden Sporangien werden zahlreiche, runde, von einer Membran umgebene Aplanosporen gebildet, über deren spätere Entwicklung nichts bekannt ist.

1 Art, *C. australasicus* Sonder (= *Eudasycladus australasicus* Cramer), an den Küsten der wärmeren Teile von Australien.

II. Neomerideae.

Die Individuen sind keulenförmig, stark inkrustiert, mit ausgeprägter Facettenbildung und nur einmal verzweigten Seitentrieben. Die Aplanosporangien sind kugelig-birnförmig, ohne besonderes Basalstück und entstehen vereinzelt oder zu mehreren zusammen seitenständig oder scheinbar terminal an den primären Seitenachsen. Sie enthalten 1 bis mehrere Sporen, die sich zu Gametangien entwickeln.

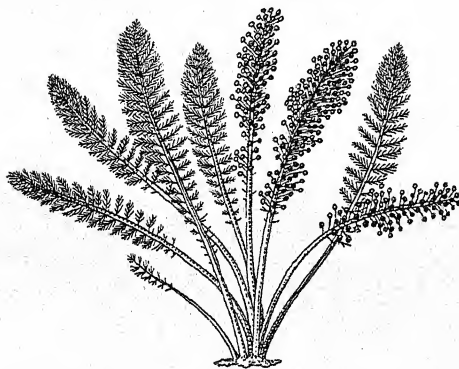


Fig. 229. *Batophora Oerstedii* J. Ag. Büschel von Pflanzen, teils steril, teils Aplanosporangien tragend. (Nach Börgesen, natürliche Größe.)

4. *Neomeris* Lamouroux, Hist. Polyp. corall. flex. (1816) 241 (Fig. 224 1, 2). — Thallus ungeteilt, zylindrisch-keulenförmig, mit oder ohne einen deutlich abgesetzten Stielteil, stark inkrustiert, besteht aus einer dickwandigen, fadenförmigen, den ganzen Thallus durchsetzenden, querwandlosen Stammzelle ohne Einschnürungen, die an der Basis ein gelapptes Haftorgan bildet und oben mit sehr dichtgedrängten, gleichartigen Wirtelästen besetzt ist. In jedem Wirtel viele (32—80) scheinbar dichotomisch verzweigte Seitenäste,

die wieder in zarten, langen, einfachen oder gewöhnlich dichotomisch verzweigten Haaren endigen. Die Haare werden von den Wirtelästen zweiter Ordnung getragen, und diese fallen schon zeitig durch keulige Anschwellung auf. Die Schwellung nimmt an älteren Teilen zu, während die Haarverzweigungen abfallen, und bald resultieren kopfige Blasen, welche sich infolge ihres Turgors scharf aneinanderpressen. So führt die Entwicklung zu einem einschichtigen Rindengewebe, das von außen gesehen aus sehr regelmäßigen, sechsseitigen Facetten gebildet ist, die in deutlichen Querreihen geordnet sind und in denen sich das Chlorophyll sammelt. Unmittelbar an der Innenseite der Facetten, die in den jüngeren Teilen nicht zusammenschließen, wird Kalk abgelagert und dadurch ein äußerer zusammenhängender Kalkmantel gebildet, welcher nur von den Facettenstielen durchsetzt wird; außerdem werden die primären Astglieder und die Aplanosporangien meistens von Kalk inkrustiert. Die kugelig-birnförmigen-subzylindrischen Aplanosporangien entspringen scheinbar terminal an den Wirtelästen 1. Ordnung, sie werden aber seitlich angelegt, und erst sekundär gelangen sie durch Verschiebung in terminale Stellung. Sie bringen eine einzige Spore hervor.

6 Arten; die Hauptart, die die weiteste Verbreitung besitzt, ist *N. annulata* Dick. (inkl. *N. Kelleri* Cram.) in Westindien, Chile, auf den Freundschaftsinseln, Sundainseln, Madagaskar, Mauritius und Ceylon. *N. Coheri* Howe in Westindien, *N. dumetosa* Lamx. in Westindien, Sundainseln, *N. van Bosseii* Howe (*N. dumetosa* Sonder) Sundainseln, Freundschaftsinseln und Hawaii, *N. stipitata* Howe (*N. dumetosa* Church) Singapore, *N. mucosa* Howe in Westindien.

5. *Cymopolia* Lamouroux, Hist. Polyp. corall. flex. (1816) 293 (Fig. 224 3, 4). — Der Hauptstamm sitzt mittels eines korallenartig verzweigten Haftorgans fest, ist mehrfach dichotomisch in einer Ebene verzweigt und zeigt Gliederung der verkalkten Sprosse; jede Verzweigung besteht aus einer Reihe zylindrischer, inkrustierter Glieder, die durch ein-

geschnürte, kurze, biegsame, nicht inkrustierte Zwischenstücke zusammenhängen, in denen die Verzweigung stattfindet. Die Gliederspitzen sind von einem Pinsel von (bis 3 mal) polytomisch verzweigten mehrzelligen Haaren umgeben. Die Äste sind dicht mit Quirlen von zweierlei Seitensprossen besetzt, an den Zwischengliedern sterile unverzweigte zylindrische, nach oben sukzessiv kürzer werdende Sprosse, die an der Spitze die erwähnten Haare tragen, an den inkrustierten Gliedern hingegen die fertilen verzweigten Sprosse; diese sind am Grunde blasenförmig angeschwollen und tragen terminal je 1 eiförmiges Sporangium, das durch keine Querwand abgegrenzt ist; rund um dasselbe entspringen 4—6 nach außen zu angeschwollene, sterile Verzweigungen, die zu einem zusammenhängenden Rindengewebe zusammenschließen, dessen Facetten jedoch unregelmäßig angeordnet sind; der Raum zwischen diesem Rindengewebe und der Stammzelle ist ursprünglich von einer Schleimmasse erfüllt, die aber später verkalkt. Die Sporangien können direkt Keimschläuche treiben.

3 Arten; *C. barbata* (L.) Harv., im Golf von Mexiko, an den Kanarischen Inseln und bei Cadix in Spanien, *C. mexicana* J. G. Ag. im Golf von Mexiko und *C. van Bossei* Solms im Malaischen Archipel.

Fossile Arten (hierher *Dactyloporella* Gümbl. und *Polytrypa* Defr.) kommen im Eozän bei Paris vor.

6. **Bornetella** Munier-Chalmers in Cpt. Rend. Acad. Sc., Paris (1877) 816 (Fig. 230). — Das Individuum ist keulenförmig, \pm von Kalk inkrustiert, mit einem reich verzweigten Haftorgan befestigt. Die Seitenzweige 2. Ordnung sind sofort blasenförmig angeschwollen, so daß eine allseitige, auch über dem Scheitel geschlossene feste Rinde entsteht, die an der Oberfläche facettiert aussieht. Jedes rindenbildende Sekundärglied trägt in der Jugend ein wiederholt büschelig verästelttes Haar, welches früh verloren geht und eine kreisförmige Narbe hinterläßt. Der äußere Kalkmantel wird gebildet von schmalen Kalkringen, die als lokale Verdickungen der Seitenwände der Zweige 2. Ordnung entstehen. Die Verdickungsringe benachbarter Facettenschläuche entsprechen sich genau, und wenn sie nun alle gleichmäßig verkalken, entsteht ein höchst regelmäßiges Gitterwerk, das als Aussteifung des Ganzen zu dienen vermag. Die Aplanosporangien werden seitlich entweder vereinzelt oder zu mehreren zusammen an den Zweigen 1. Ordnung gebildet; in den Sporangien werden runde Sporen gebildet, die einen Deckel haben und wahrscheinlich später Gameten ausbilden.

4 Arten; *B. nitida* (Harv.) Mun.-Chalm. an den Freundschaftsinseln, bei Australien und im Malai-

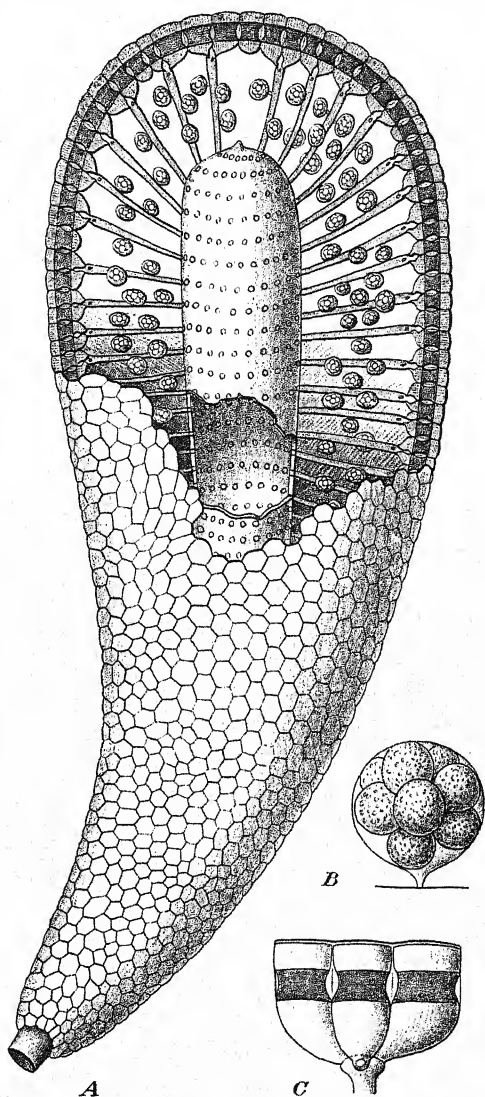


Fig. 230. A, B *Bornetella oligospora* Solms. A Habitusbild einer ganzen Pflanze teils von außen, teils von innen gesehen, schwach vergrößert; B Sporangium. — C *B. nitida* (Harv.) Mun.-Chalm. Ende eines primären Wirtelstrahles mit Facettenschläuchen. (A, B nach H. Solms; C nach C. Cramer.)

ischen Archipel, *B. capitata* (Harv.) J. Ag. bei den Freundschaftsinseln, *B. oligospora* Solms von den Sundainseln und *B. sphaerica* (Zan.) Solms (*Neomeris sphaerica* Zan.), die vielleicht mit *B. capitata* identisch ist, von Neuguinea. Die Gattung ist vom Atlantischen Ozean nicht bekannt.

III. Acetabularieae.

Die Individuen sind mit Kalk inkrustiert; die zentrale Stammzelle trägt wechselweise fertile und sterile Wirtel, die rasch miteinander wechseln, und bei den Endgliedern wird nur ein einziger fertiler Quirl in ganz charakteristischer Weise herausgebildet. Die Aplanosporangien sind hier stark verlängert, meist zu Schirmen \pm fest verbunden, einem charakteristischen Basalstück ansitzend. Gametenkopulation bekannt.

7. Halicoryne Harvey in Proceed. Amer. Acad., Vol. IV (1859) 333 (Fig. 225 1). — Die zentrale Stammzelle ist abwechselnd erweitert und verengt; sterile und fertile Quirle wechseln regelmäßig. Die sterilen Wirtel tragen 8 Glieder, welche eine lange Basalzelle haben und auf ihrem Scheitel Haardolden tragen. Die fertilen Wirtel sind 16zählig mit einem großen, schotenförmigen Gametangium, das zuletzt von seiner Basalzelle durch eine

Querwand abgetrennt wird. Die Basalzelle trägt auf der Oberseite \pm gut entwickelte Äste, welche denen der sterilen Wirtel entsprechen. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

2 Arten, *H. Wrightii* Harv. und *H. spicata* Kütz. aus Australien und Neukaledonien.

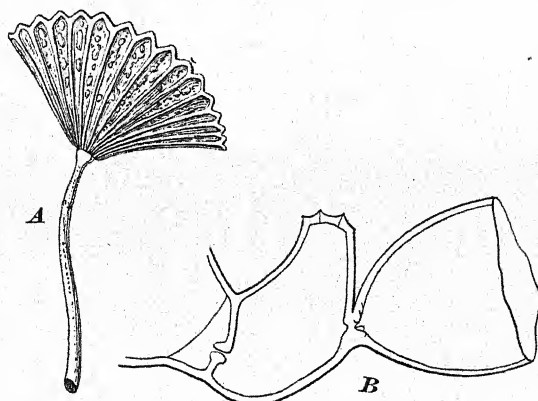


Fig. 231. *Chalmasia antillana* Solms. A Schirm von oben; B Querschnitt eines Schirmstrahles. (Nach H. Solms.)

8. Chalmasia Solms in Transact. of Linn. Soc. of London, 2. Ser., Vol. V, Part. 1 (1895) 32 (Fig. 231 A, B). — Individuen schirmförmig; die fertilen Schirmstrahlen sind terminal und hängen durch Verkalkung zusammen. Ein Kranz an der Unterseite des Schirmes fehlt. Die Segmente an der Oberseite des Schirmes sind knopfartig, berühren

einander nicht seitlich und sind nach der Basis nicht scharf begrenzt. In den fertilen Schirmstrahlen entstehen viele freie, stark verkalkte Sporen.

Nur 1 Art, *Ch. antillana* Solms in Westindien.

9. Acetabularia Lamouroux, Hist. Polyp. corall. flex. (1816) 244 (Fig. 225, 2—5, 226, 227 und 232). (Inkl. *Acetabulum* Tournefort, Institut. Rei Herbar. Tom. III [1719] 569; *Callophilophorum* Donati, Zool. Adriat. [1750] 28; *Olivia* Bertol., Plant. ital. dec. III [1810] 117; *Tubularia* Gmelin, Syst. nat. 3833; *Polyphysa* [Lamarck] Lamouroux, Hist. polyp. corall. flex. [1818] 252). — Der im allgemeinen einfache, zylindrische oder knotenförmig angeschwollene Stamm ist unten mittels unregelmäßig verzweigter Rhizoiden befestigt, aufrecht und mit allmählich abfallenden Haarkränzen bekleidet; wenn reif, mit einem oder mehreren haubenförmigen Kränzen endend, die aus 12 bis vielen fertilen, sackartigen, freien oder miteinander seitlich verbundenen Strahlen gebildet sind, welche mit der Stielzelle in offener Verbindung stehen. Die Schirmstrahlen entwickeln sich lateral zu Aplanosporangien, in welchen sich runde oder ovale Aplanosporen entwickeln, die nicht von Kalk inkrustiert sind. Die Aplanosporangien tragen an ihrer Basis nach oben und nach unten gerichtete Ausstülpungen (*Corona superior* und *C. inferior*); in der Abteilung *Acetabuloides* und *Acetabulum* kommen beide Kronen vor, obere und untere, bei *Polyphysa* jedoch nur die obere. Die Oberkrone trägt reich verzweigte Astbüschel (Haare), die aus 2—4mal verzweigten, zylindrischen, durch Querwände abgegrenzten Zellen bestehen. Durch Zerbrechen des Schirmes werden die zahlreichen Aplanosporen frei, und nach einer Ruhezeit werden sie direkt in Gametangien umgebildet, deren jedes zahlreiche Gameten entwickelt. Die Gameten können sich bisweilen schon innerhalb der Membran des Aplanosporangiums

bilden. Sie werden durch eine Öffnung frei, sind klein, haben 2 Geißeln und bilden durch Kopulation eine Zygote, die unmittelbar zu einer neuen Pflanze auswächst.

14 Arten in den tropischen und subtropischen Meeren.

Sekt. I. *Acetabulum* (L.) Solms-Laubach, Trans. of Linn. Soc., 2. Ser., Bot. Vol. V, 1895, 21. Die fertilen Strahlen bis zur Spitze fest vereinigt, das obere und untere Krönchen ebenso lateral vereinigt. Die Aplanosporen oval. Z. B. *A. mediterranea* Lamx. im Mittelmeere und in angrenzenden Teilen des Atlantischen Ozeans.

Sekt. II. *Acetabuloides* Solms-Laubach, l. c. 1895, 21. Die fertilen Strahlen \pm fest vereinigt oder frei; das obere und untere Krönchen aus freien, nicht miteinander vereinigten Ausbuch-

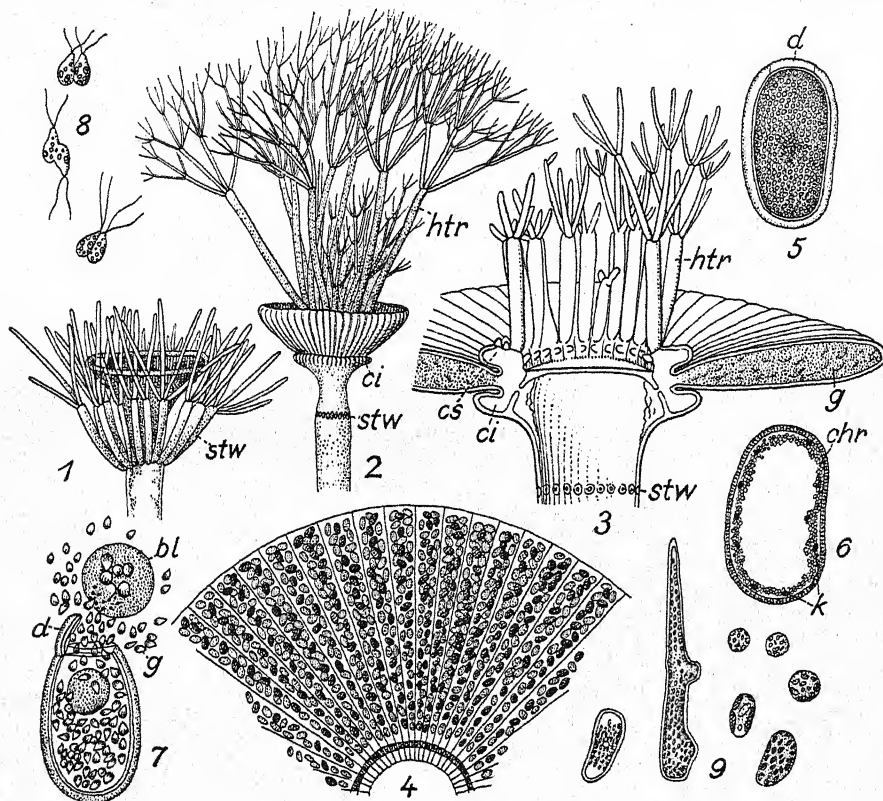


Fig. 232. *Acetabularia mediterranea* Lamx. 1, 2 Jugendliche Schirme; 3 Schema des Sproßaufbaues; 4 Schirm von der Fläche mit Aplanosporen; 5–7 Aplanosporen; 8 Kopulation von Gameten; 9 keimende Zygoten. *cs* Corona superior, *ci* Corona inferior, *g* Gametangien, *stw* sterile Wirtel, *htr* Haartriebe, *d* Deckel der zu Gametangien umgebildeten Aplanosporen, *chr* Chromatophoren, *k* Kerne, *bl* Vakuole. (1, 2, 4 nach Oltmanns; 3 nach Nägeli; 5–7, 9 nach de Bary; 8 nach Strasburger.)

tungen bestehend. Z. B. *A. caliculus* Quoi et Gaim. (inkl. *A. Farlowii* Solms, *A. Suhrii* Solms) in Australien und Westindien.

Sekt. III. *Polyphysa* (Lam.) Lamx., Solms-Laubach, l. c. 1895, 27. Die fertilen Strahlen ursprünglich ganz frei, aber später bisweilen durch Kalkaussonderungen vereinigt. Das untere Krönchen fehlt, das obere besteht aus freien, haartragenden Knötchen. Z. B. *A. peniculus* (R. Br.) Solms (= *Polyphysa peniculus* [R. Br.] Ag.) in Australien.

10. *Acicularia* D'Archiac in Mem. de la Soc. Geol. de France, Vol. V, Pt. 2 (1843) 386. (*Acetabularia* Vickers, Phycologia Barbadosensis [1908] Tab. 49). — Weicht von *Acetabularia* hauptsächlich dadurch ab, daß die Aplanosporen sämtlich von einer Kalkmasse umgeben sind und das Aplanosporangium ausfüllen.

Mehrere fossile, aber nur 1 lebende Art, *A. Schenckii* (Möb.) Solms (*Acetabularia Schenckii* Möb. = *Acetabularia caraibica* Vickers) aus Westindien und Brasilien.

Sphaeropleaceae.

Mit 1 Figur.

Wichtigste Literatur: F. Cohn, Mém. s. le dévelop. et le mode de reproduction du *Sphaeroplea annulina* (Ann. sc. nat. Sér. 4, T. 4, Paris 1856). — N. W. P. Rauwenhoff, Ub. *Sphaeroplea annulina* Ag. (Königl. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam. Afd. Natuurk. Zitt. 1883). — E. Heinricher, Zur Kenntn. d. Algengattung *Sphaeroplea* (Ber. d. deutsch. bot. Gesell., Bd. 1, Berlin 1883). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 94–96. — M. Golenkin, Algologische Mitteilungen (Bull. Soc. Imp. Naturalistes de Moscou 1899, Moskau 1900). — H. Klebahn, Die Befrucht. von *Sphaeroplea annulina* (Botan. Untersuch. S. Schwendener z. 10. Febr. 1899 dargebracht, Berlin 1899). — K. Meyer, Die Entwicklungsgesch. d. *Sphaeroplea annulina* (Bull. Soc. Imp. Naturalistes de Moscou 1905, Moskau 1906). — V. Schiffner, Die Stellung von *Sphaeroplea* im System (Ungar. Bot. Blätter, 12, 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. E. Fritsch, Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa, 2 (Annals of the South African Museum, Vol. IX, 1918). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 7, bearbeitet von W. Heering, Jena 1921. — E. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922.

Merkmale. Der Thallus besteht aus unverzweigten Zellfäden, die stets freischwimmend sind und sehr langgestreckte, vielkernige Zellen haben. Der protoplasmatische Wandbelag ist in bestimmten Abständen zu Ringen verdickt, die mit einer Ringleiste nach innen vordringen. In diesen Ringen liegen die Chromatophoren, so daß in den Zellen breite farblose Bänder mit schmälere grünen Ringen abwechseln. Geschlechtslose Vermehrung unbekannt. Eizellen werden in großer Zahl in den Oogonien gebildet, die sich mit mehreren kleinen Löchern öffnen; die Spermatozoiden sind langgestreckt, haben 2 Geißeln an der Spitze des farblosen Fleckes und werden in großer Zahl in den Antheridien gebildet, welche sich mit mehreren kleinen Löchern öffnen. Die Oospore wird nicht von Rindengewebe umgeben und bringt bei ihrer Keimung direkt 1 bis 8 Schwärmsporen hervor, die an der Spitze eines vorderen roten Keimfleckes 2 Geißeln haben.

Vegetationsorgane. Der Thallus ist niemals festsitzend — Haftorgane fehlen — und besteht aus einer völlig unverzweigten, einfachen Reihe meist relativ langer, zylindrischer oder an den Querwänden bisweilen leicht eingeschnürter Zellen, welche alle teilungsfähig sind; bei den Individuen, die aus Schwärmsporen hervorgegangen sind, ist der Faden an beiden Enden zugespitzt.

Die Zellen haben dünne Membranen, mit Ausnahme der Querwände, die stark verdickt sind und gleich den Längswänden zuweilen hervortretende Zelluloseverdickungen in Form von Zapfen usw. haben können. In den Zellen wechseln breitere, helle, farblose Partien mit schmälere, dunklere, chromatophorhaltigen Ringen. In den farblosen Vakuolen findet sich ein mäßig dicker, gelegentlich von derberen Strängen durchzogener Wandbelag, an den dunkleren Ringen dagegen sammelt sich das Plasma reichlicher und durchsetzt nicht selten das Lumen der Zelle in Form von Pfropfen, ± unregelmäßiger Diaphragmen usw. In jeder Zelle befinden sich, je nach der Größe der Zellen, 9–30 solche Chromatophorenringe, die aus einer durchlöcherten Platte oder einer Anzahl unregelmäßiger plattenförmiger, netzartig zusammenhängender Chromatophoren bestehen. Nicht selten sind die benachbarten Bänder durch Reihen kleiner Chromatophoren oder durch breitere gitterartige Streifen miteinander verbunden. In jedem Ringe liegen vier bis sechs Pyrenoide. Innerhalb der Chromatophoren oder in den Lücken zwischen denselben finden sich mehrere, 3–20 Zellkerne. Die Zellteilung geschieht wie bei *Cladophora* dadurch, daß eine Ringleiste den Zellraum durchsetzt und schließlich eine Querwand bildet. Bisweilen werden die Querwände nicht völlig geschlossen und weisen auch sonst Unregelmäßigkeiten auf.

Vegetative Vermehrung findet in der Weise statt, daß die vegetativen Fäden an den Querwänden umknicken und solchergestalt eine Art aus einzelnen Zellen bestehender Vermehrungsakineten bilden, die sich direkt zu neuen Fäden zu entwickeln vermögen.

Geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Eibefruchtung. Sämtliche Zellen können, ohne ihre Form zu verändern, Geschlechtszellen bilden, und zwar so, daß die Fäden bald monözisch, bald diözisch sind. In den Zellen, die sich zu Antheridien entwickeln, teilen sich erst die Zellkerne in den Ringen wiederholt auf mitotischem Wege, die Pyre-

noide verschwinden und die Chromatophoren werden zerlegt und nehmen eine rötlichgelbe Farbe an. Die Spermatozoiden entstehen in großer Anzahl aus den chromatophorhaltigen Ringen, sie sind keulenförmig oder spindelförmig, haben am farblosen schmalen Vorderende 2 Geißeln, einen zentralen Kern und am Hinterende einen gelblichen Chromatophor. Sie sind schon innerhalb der Muttermembran beweglich und treten durch mehrere kleine runde Öffnungen in der Wand der Antheridien aus. Mehr als 300 Spermatozoiden können aus einem Ring entstehen. In anderen Zellen (den Oogonien) verschwindet die Ringstruktur des Protoplasmas, und der Zellinhalt ballt sich nach und nach zu einer ziemlich großen Anzahl kugeligter Eizellen zusammen. Diese lassen am Vorderende einen farblosen

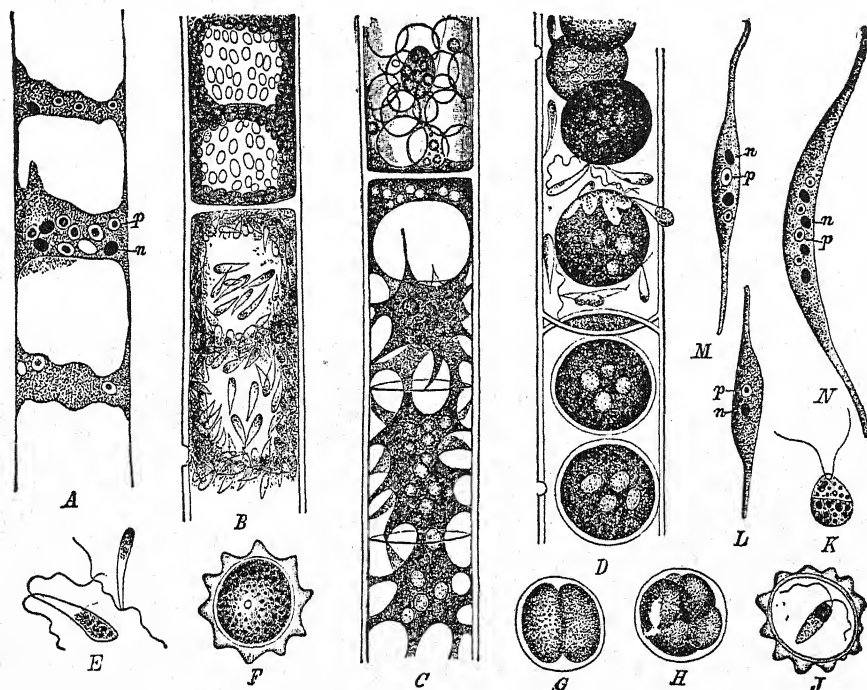


Fig. 233. *Sphaeroplea annulina* (Roth) Ag. A Stück einer Zelle, die Anordnung der Zellkerne (n) und der Pyrenoide (p) zeigend; B Bildung der Spermatozoiden; C erster Beginn der Eizellenbildung; D Befruchtung; E Spermatozoiden; F reife Oospore; G, H die beginnenden Keimungsstadien derselben; J die Schwärmsporen sind mit Ausnahme einer einzigen aus der geplatzten Membran der Oospore ausgeschwärmt (500/1); K Schwärmspore; L-N Keimung derselben, die Vermehrung der Zellkerne (n) und der Pyrenoide (p) zeigend. (A, K-N nach Heinricher; B-J nach Cohn; K 480/1, L-N 310/1.)

Fleck (Empfängnisfleck) und ein chromatophorführendes Hinterende, bisweilen mit Pyrenoiden, erkennen und können ein- oder mehrkernig sein. Wenn die Eier geschlechtsreif sind, bilden sich in der Wand des Oogoniums eine Anzahl kleiner, runder Löcher, durch welche die Spermatozoiden einschlüpfen, und die Befruchtung wird vollzogen, indem die ♂ Zelle am Empfängnisfleck eindringt. Wenn mehrere Zellkerne in einer Eizelle vorhanden sind, scheint nur einer befruchtet zu werden, aber nach Golenkins Angaben trifft dies nicht immer zu. Die Sache bedarf daher erneuter Prüfung. Nach der Befruchtung erhält die Oospore 3 farblose Membranen, von denen die äußere (das Episporium) absteht und längs- oder unregelmäßig gefaltet ist und einen ziegelroten, aus Stärke und rotem Öl bestehenden Inhalt aufweist. Die Oosporen können jahrelang ruhen.

Parthenogenesis. Wenn keine Befruchtung stattfindet, scheinen die Eizellen sich parthenogenetisch durch Teilung und Bildung von Schwärmsporen entwickeln zu können.

Bei der **Keimung** der Oospore kann entweder nur eine Schwärmspore entstehen oder der Inhalt sich in 2—8 etwas abgeflachte Schwärmsporen teilen (Fig. 233 G—J), die zuerst

sehr kontraktile sind, sich späterhin aber abrunden, in dem hinteren Teil grün gefärbt sind und ein bleichrotes Vorderende mit 2 Geißeln haben (Fig. 233 K). Bei der Keimung werden sie unter Verlust der Geißeln zuerst spindelförmig und strecken sich stark, auch vermehren sie ihre Zellkerne und Pyrenoide (Fig. 233 L—N) bedeutend, ehe die erste Querswand entsteht.

Geographische Verbreitung. *Sphaeroplea* kommt nur in süßem oder schwach brackischem Wasser vor, entweder freischwimmend in Tümpeln oder besonders auf zeitweilig überschwemmtem Boden. Sie ist in Europa, Asien, Amerika und Afrika gefunden worden, kommt aber immer nur sporadisch zur Beobachtung.

Verwandtschaftsverhältnisse. *Sphaeroplea* ist die einzige oogame Gattung der *Siphonocladales* und nimmt in vieler Hinsicht eine ganz isolierte Stellung ein, dürfte aber ihre nächsten Verwandten vielleicht unter den astlosen *Cladophoraceae* (*Chaetomorphaeae*) finden; doch läßt sich hierüber gegenwärtig kaum etwas Bestimmtes sagen.

Einteilung der Familie.

Die Familie umfaßt nur eine Gattung 1. *Sphaeroplea*.

Sphaeroplea C. A. Agardh, Syst. Alg. (1824) XXV (Fig. 233 A—N). (Inkl. *Sphaerogona* Link in Abhandl. Berlin. Akad. [1826] 190; *Sphaeroplethia* Duby, Botan. Gallicum, II [1880] 985; *Conferva* Roth, p. p., Catal. Bot. III [1806] 7; ? *Cadmus* Bory, Dictionn. classique d'histoire naturelle I [1822] 591). — Der Gattungscharakter derselbe wie der Familiencharakter.

1 oder 2 Arten, *S. annulina* (Roth) Ag. (inkl. *S. Braunii* Kütz. und *S. crassisepta* [Heinr.] Kleb.) ist in Europa, Asien, Amerika und Afrika gefunden worden. Ob *Sphaeroplea africana* Fritsch, die auf zeitweilig überschwemmtem Boden in Südafrika gefunden ist, eine selbständige Art oder nur eine Form der sehr veränderlichen *S. annulina* darstellt, ist wohl etwas unsicher.

Siphonales.

Thallus meist 1zellig, aber sehr reich verzweigt oder gegliedert und recht hoch differenziert; bisweilen sind die Zweige so verflochten, daß ein zelliges Gewebe vorgetäuscht wird und charakteristisch geformte Thallome entstehen. Die schlauchförmige Zelle ist mehrkernig und mitunter mit unvollständigen Scheidewänden im Innern. Chromatophoren platten- oder linsenförmig, ohne Pyrenoid. Ungeschlechtliche Vermehrung durch sehr verschiedengestaltete Zoosporen, diese entweder mit 2 Geißeln oder einem Wimperkranz oder allseitiger Bewimperung. Aplanosporen sind auch bekannt. Geschlechtliche Fortpflanzung, soweit bekannt, durch Kopulation von 2geißeligen Heterogameten oder durch Eibefruchtung.

Die Klasse enthält folgende Familien: *Bryopsidaceae*, *Caulerpaceae*, *Codiaceae*, *Derbesiaceae*, *Vaucheriaceae* und *Phyllosiphonaceae*.

(Bestimmungstabelle der Familien S. 23—25.)

Bryopsidaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: G. Thuret, Rech. s. l. zoospores des algues (Ann. d. sc. nat. Sér. 3, Bot. T. 14, Paris 1850). — A. Derbès et A. J. J. Solier, Mém. s. q. points d. l. physiol. d. algues (Suppl. a. Comptes Rendus, T. 1, Paris 1856). — N. Pringsheim, Üb. d. männlichen Pl. u. d. Schwärmsporen d. Gatt. *Bryopsis* (Monatsb. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1871). — J. G. Agardh, Till Algeres Systematik. Nya bidr. 5. Afd. Siphoneae (Lunds Univ. Arsskr., Bd. 23, Lund 1887). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 427—439. — E. Küster, Über *Derbesia* und *Bryopsis* (Bericht deutsch. bot. Ges., B. XVII, Berlin 1899). — H. Winkler, Üb. Polarität, Regeneration u. Heteromorphose bei *Bryopsis* (Jahrbücher f. wiss. Botanik, B. 35, Leipzig 1900). — H. Freund, Üb. Gametenbildung bei *Bryopsis* (Beih. z. Botan. Centralblatt, B. XXI, Abt. 1, Dresden 1907). — R. Pilger, Meeresalgen v. Kamerun (Engl. Jahrb. Bd. 46, 1911). — A. Famin cyn, Note sur les *Bryopsis* de la Cote de Monaco (Bull. Instit. Oceanographique, No. 200, 1911); Beitrag zur Kenntnis von *Bryopsis mucosa* Lam.; der Akademie zu

St. Petersburg vorgelegt. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XXX, 1912). — M. A. Howe, The marine Algae of Peru (Memoirs of the Torrey Bot. Club, Vol. XV, 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — D. E. Hylmø, Zur Kenntnis der subantarktischen und antarktischen Meeresalgen III (Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901–1903 unter Leitung von O. Nordenskjöld, Bd. IV, Lief. 16, Stockholm 1919). — R. Pilger, Algae Mildbraedianae Annobonenses (Bot. Jahrb. Bd. 57, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — F. Børgesen, Marine Algae from the Canary Islands (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3, 1925). — F. Steinecke, Zur Polarität von *Bryopsis* (Botan. Archiv Bd. XII, 1925).

Merkmale. Der Thallus ist in vegetativem Zustande ursprünglich izellig und reich verzweigt, die Auszweigungen als Wurzeln, Äste und Blätter ausgebildet. Die seitlichen Kurztriebe können bisweilen später, schon im vegetativen Zustande, durch basale Querwände abgeschlossen werden. In den Fiederästchen oder an speziellen seitlichen Gametangien entstehen die Gameten von zweierlei Form, beide Arten haben in dem vorderen Ende

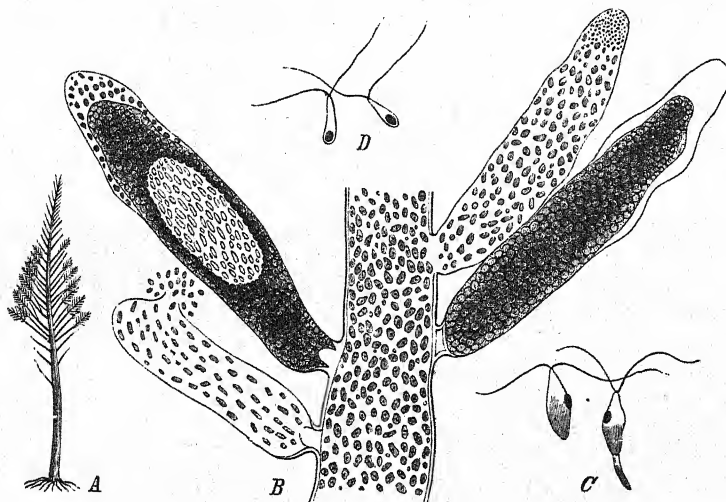


Fig. 234. *Bryopsis plumosa* (Huds.) Ag. A ein gametenführendes Individuum mit ♀ Gametangien; B Stücke von demselben in stärkerer Vergrößerung; C ♀, D ♂ Gameten. (Nach Pringsheim. A 3/1, B 86/1, C, D 780/1.)

2 Geißeln. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation der größeren ♀ mit den kleineren ♂ Gameten. Zoosporen fehlen. Vegetative Vermehrung durch rhizomähnliche Fäden und losgelöste Fiederästchen (Blätter).

Vegetationsorgane. Die aufrechten Sprosse bestehen ursprünglich aus einer einzigen reich verzweigten Zelle, erheben sich aus kriechenden, rhizomähnlichen Fäden und können an ihrer Basis wiederum solche entsenden, wodurch Rasenwuchs entsteht. Die aufrechten, am oberen Ende unbegrenzt wachsenden Hauptstämme sind in der unteren Region meist nackt, in der oberen dagegen entwickeln sich in akropetaler Reihenfolge an der Basis verengte Seitentriebe, teils als Kurztriebe (sog. Fiederästchen oder Blätter), teils als 1 oder 2 Generationen von Langtrieben (Äste des Stammes), welche letztere dann ihrerseits erst Kurztriebe hervorbringen können. In den Sproßsystemen aller Ordnungen sind die oberen Verzweigungen stets kürzer als die unteren, wodurch häufig recht regelmäßige Wuchsformen entstehen.

Sowohl Kurz- wie Langtriebe entstehen als knopfförmige Ausstülpungen der Hauptstämme, unterscheiden sich aber voneinander dadurch, daß die ersteren ein begrenztes Wachstum haben und sich nicht verzweigen. Die Stellung der Seitentriebe kann sehr verschieden sein. Meist erfolgt die Verzweigung in einer Ebene oder die Seitentriebe können in einer ± regelmäßigen Spirale am Hauptstamm inseriert sein. Selbst bei ein und derselben Art können bilaterale und radiäre Verzweigungen wechseln, wahrscheinlich infolge von Einflüssen äußerer Faktoren. Querwände kommen bei *Bryopsis* (Fig. 234) im vege-

tativen Zustände nicht vor. Wenn dagegen die Blätter älter werden, können sie sich vom Hauptstamm durch eine basale Querwand abgrenzen, worauf sie sich zu Gametangien umwandeln, die schließlich abfallen, indem die Querwand zur Blattrarbe wird. Bei *Pseudobryopsis* (Fig. 235) werden die Blätter schon im vegetativen Zustände durch basale Querwände abgeschlossen, wie später die Gametangien.

Die Zellmembran ist im großen und ganzen dünn, nicht inkrustiert und besteht bei *Bryopsis* aus Kallose, Pektin und Zellulose; letztere scheint bei *Pseudobryopsis* zu fehlen. In älteren Stämmen können zuweilen, wie bei *Caulerpa*, freie Zellstoffbalken entstehen. Die Mitte der Zelle wird von einer Zellsaftvakuole eingenommen; in dem wandständigen Protoplasma finden sich viele Zellkerne, welche sich mitotisch teilen, und die ovalen bis elliptischen, flachgedrückten Chromatophoren mit je 1 Pyrenoid; die Zellkerne liegen meistens in den Lücken zwischen den einzelnen Chromatophoren.

Geförmte, kugelige oder spindelförmige, eventuell büschelig-vereinigte Eiweißkörper treten bisweilen im Zellsaft auf und stellen wohl Reservestoffe dar.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Wahrscheinlich können die rhizomähnlichen Fäden überwintern und zu neuen Sprossen auswachsen. Die Blätter können sich aus der Stammzelle lösen, im Wasser umhertreiben und, wenn sie an irgendein Substrat gelangen, zu neuen Individuen direkt auskeimen. Verwundete Stammzellen können regenerieren, wobei die Lichtwirkung ausschlaggebend für die Stamm- oder Wurzelbildung wirkt. Zoosporen unbekannt.

Die geschlechtliche Fortpflanzung vollzieht sich durch Kopulation von Heterogameten. Bei *Bryopsis* entstehen die Gameten direkt in den Fiederästchen, die dabei durch eine basale Querwand von dem Hauptstamm abgetrennt werden. Der Abschluß wird eingeleitet durch Ringwülste an der Basis der Äste, aber sie schließen das Lumen nicht ganz ab. Es

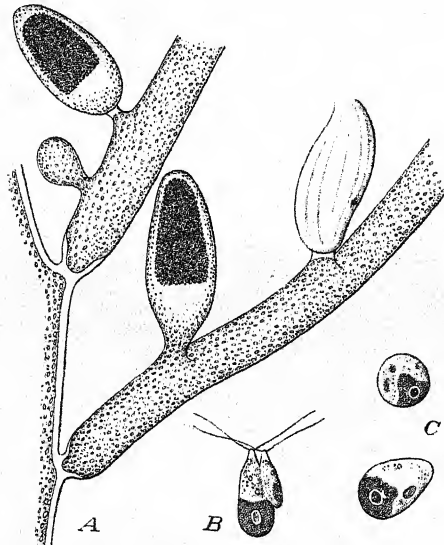


Fig. 235. A—C *Pseudobryopsis myura* (J. Ag.) Berth. A Blätter mit Gametangien; B Kopulation; C Zoogote. (Nach G. Berthold bei F. Oltmanns.)

entstehen aber sekundär zwei dünne, leicht gebogene Wände, welche dem Plasma der Hauptachse einerseits, dem des Gametangiums anderseits anliegen. Zwischen sich lassen sie die Wülste des Diaphragmas, und durch Verschleimung der Wulstränder entsteht die eigentliche Verschlußmasse. Bei *Pseudobryopsis* wachsen die Wülste so weit einwärts, daß nur ein dünner Plasmafaden das Diaphragma durchsetzt. Sonst ist sie *Bryopsis*-ähnlich. Die Gametenbildung beginnt an dem unteren, älteren Teile und schreitet allmählich gegen die Spitze vor. Fast alle Kurztriebe einer Pflanze können in dieser Weise sukzessive zu Gametangien umgebildet werden, und sogar Stammteile können gelegentlich daran teilnehmen. Bei *Pseudobryopsis* (Fig. 235) sprossen die speziell gebildeten ei- bis birnförmigen Gametangien aus den unteren Blättern nahe an deren Basis seitlich hervor, und sowohl die Blätter wie die Gametangien sind bei dieser Gattung durch Querwände abgegliedert.

Gleichzeitig mit der Abtrennung der Gametangien vermehren sich die Zellkerne mitotisch, und die Chromatophoren teilen sich wiederholt. In den ♂ Gametangien scheinen dabei die Pyrenoide zu verschwinden, während sie in den ♀ erhalten bleiben. In den ♂ Gametangien nimmt der Inhalt eine braunrote Farbe an, die durch Zusammenwirken der roten Farbe der zentralen Vakuole mit der gelblichen Farbe der Gameten verursacht wird; in den ♀ bleibt er dunkelgrau. Die Gameten entstehen zahlreich in jedem Gametangium, das sich an der Seite oder an der Spitze mittels eines runden Loches öffnet. Die ♂ Gameten sind klein und gestreckt, eiförmig, haben 2 Geißeln an dem schmälern Ende, aber

keinen roten Augenpunkt; sie sind vorn farblos, nur in dem hinteren Ende rotbraun gefärbt. Die ♀ Gameten sind etwa 3mal so groß als die ♂, führen am Hinterende einen ziemlich großen Chromatophor mit 1 Pyrenoid; die ♂ haben dagegen nur einen ganz kleinen Chromatophor (Fig. 235 B). Meistens sind die Bryopsidaceen diözisch, aber bei gewissen Arten können jedenfalls ♀ und ♂ Gameten an derselben Pflanze, ja sogar in verschiedenen Teilen in dem nämlichen Blatt entstehen. Nach dem Ausschlüpfen der Gameten erfolgt ihre Verschmelzung, meist an der Spitze, doch kann die Vereinigung überall stattfinden. Thuret behauptet, daß die ♀ Gameten direkt keimen können, und die Annahme einer gelegentlichen Parthenogenese ist daher nicht ausgeschlossen. Jedenfalls können unfruchtete Weibchen lange am Leben bleiben und sich sogar abrunden und eine zarte Membran ausscheiden. Nach dem Entschlüpfen der Gameten fallen bei *Bryopsis* die leeren Gametangienhüllen ab, bei *Pseudobryopsis* werden die ganzen gametangientragenden Fiederäste losgetrennt. Die Loslösung erfolgt in der basalen Querwand, und die Ansatzstellen bleiben als Narben sichtbar.

Keimung. Die kopulierenden Makro- und Mikrogameten bilden eine runde Zygote (Fig. 235 C), die sofort auskeimen kann. Die ursprünglich einfachen Keimschläuche kriechen auf dem Substrat hin, verzweigen sich und senden junge Pflanzen empor.

Geographische Verbreitung. Die *Bryopsis*-Arten kommen nur in salzigem Wasser, aber in allen Weltteilen vor und scheinen in wärmeren Meeren reichlicher vertreten zu sein. *Bryopsis plumosa* dringt jedoch an den europäischen Küsten bis zum nördlichsten Skandinavien vor, und die Gattung ist auch in den südlichen kälteren Gegenden vorhanden, z. B. Feuerland, Falkland. Die Arten bevorzugen seichtes Wasser, wo sie ausgedehnte Rasen bilden können.

Verwandtschaftsverhältnisse. *Bryopsis* ist offenbar sehr nahe mit *Derbesia* verwandt, welche sich jedoch von ihr durch ihre Zoosporangien sowie durch ihre Verzweigung unterscheidet. Was die Fortpflanzungsorgane anbetrifft, so zeigen sie, besonders bei *Pseudobryopsis*, so große Ähnlichkeit mit *Codium*, daß sich die Verwandtschaft mit dieser Gattung nicht bezweifeln läßt. Es ist aber unklar, ob sie Vorläufer der *Codiaceae*, wahrscheinlich von den *Valoniaceae* herstammend, oder umgewandelte *Codiaceae* darstellen.

Einteilung der Familie.

- A. Die Blätter bilden direkt Gametangien 1. *Bryopsis*.
B. Die Gametangien entstehen als Aussprossungen der Blätter 2. *Pseudobryopsis*.

1. ***Bryopsis*** Lamouroux in Desv. Journ. de Bot., T. II (1809) 129 (Fig. 234 A—D). Thallus aus kriechenden, rhizomähnlichen Fäden aufrecht, federartig oder selten spiralig gestellte Verzweigungen (Blätter) zeigend, in ± dichten Rasen. Die Blätter werden akropetal kürzer. Bei der Geschlechtsreife werden die Blätter von der Stammzelle durch eine Querwand abgetrennt, und es entstehen größere, grüne, ♀ oder kleinere, gelbliche, ♂ Gameten mit 2 Geißeln, die kopulieren.

Etwa 30 Arten, besonders in den wärmeren Meeren; *B. hypnoides* Lamx., geht bis an die Küsten der Nordsee herauf; *B. plumosa* (Huds.) Ag. bis an die Küsten des nördlichsten Skandinaviens.

2. ***Pseudobryopsis*** Berthold in Oltmanns, Morph. u. Biol. d. Algen, I (1904) 303 (Fig. 235 A—C). — Weicht von *Bryopsis* dadurch ab, daß die Blätter schon im vegetativen Zustande durch eine basale Querwand abgeschlossen werden. Die Gametangien sind eibis birnförmig und wachsen aus den untersten Blättern, nahe an deren Basis, seitlich hervor; sie werden auch durch eine Querwand abgegliedert.

Nur 1 Art, *P. myura* (J. Ag.) Berth. (= *Bryopsis myura* J. Ag.) im Mittelmeer und in angrenzenden Teilen des Atlantischen Ozeans (an den Kanarischen Inseln).

Caulerpaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae, Bd. 7, Nordhausen 1857. — J. G. Agardh, Till Algermes Systematik, Nya bidr. 1 Afd. *Caulerpa* und 5 Afd. *Siphoneae* (Lunds Univ. Årsskr., Bd. 9, 23, Lund 1872, 1887); *Chlorodictyon* (Öfvers. af Vetensk. Akad. Förhandl., Stockh. 1870). — F. Noll, Experimentelle Unters. üb. d. Wachstum d. Zellmembran (Abhandl. d. Senckenberg. naturf. Gesellsch., Bd. 15, Hft. 1, Frankfurt a. M. 1887). — J. M. J. anse, Die Bewegungen des Protoplasma von *Caulerpa prolifera* (Pringsh. Jahrb. 21, 1889, S. 163—284).

— J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, S. 441—488. — J. M. Janse, Die Bewegung des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera* (Pringsh. Jahrb. Bd. 21, 1890). — G. Murray, On new species of *Caulerpa* with observations on the position of the genus (Transact. of the Lin. Soc. 1891). — P. Klemm, Über *Caulerpa prolifera* (Flora B. 52, Marburg 1893). — C. Correns, Üb. d. Membran von *Caulerpa* (Ber. d. deutsch. bot. Ges., B. XII, Berlin 1894). — A. Weber van Bosse, Monographie des Caulerpes (Ann. Jardin Bot. Buitenzorg Vol. XV, Leyde 1898). — J. Reinke, Über *Caulerpa* (Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel, N. F. B. 5, Kiel 1899). — J. M. Janse, Polarität u. Organbild. bei *Caulerpa prolifera* (Jahrb. f. wiss. Botanik, B. XLII, Leipz. 1906). — G. Haberlandt, Üb. Geotropism. von *Caulerpa prolifera* (Sitzber. Akad. Wiss. in Wien, M. Nat. Kl. B. CXV, Abt. I, Wien 1906). — N. Svedelius, Ecolog. and system. Stud. of Ceylon Spec. of *Caulerpa* (Ceylon Marine biol. Reports Pt. II, No. 4, Colombo 1906). — F. Børgesen, An ecol. and syst. Account of Caulerpas of Danish West Indies (Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. 7 R. Nat. og Math. Afd. IV, 5, København 1907). — A. Weber van Bosse, Note sur les Caulerpes de l'île Taiti et sur une nouvelle *Caulerpa* de la Nouvelle-Hollande (Ann. Inst. Oceanog. II, Monaco 1910). — J. M. Janse, Über Organveränderung bei *Caulerpa prolifera* (Pringsh. Jahrb. 1910). — H. Michiels, Recherches sur la *Caulerpa prolifera* (Bull. Acad. Roy. de Belgique 1911). — A. Weber van Bosse, Liste des Algues du Siboga (Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied, Mon. LIXa, Leiden 1913). — F. Børgesen, The marine Algae of the Danish West Indies, I (Dansk botanisk Arkiv, Bd. I, Nr. 4, Copenhagen 1913). — R. Mirande, Recherches sur la Composition chimique de la Membrane et le Morcellement du Thalle chez les Siphonales (Ann. des Sc. nat. Bot. 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — N. Svedelius, On the discontinuous geographical Distribution of some tropical and subtropical marine Algae (Arkiv för Botanik, Bd. 19, No. 8, 1924).

Merkmale. Der Thallus ist deutlich gegliedert in einen verzweigten, kriechenden rhizomähnlichen Hauptstamm, der nach unten verzweigte Rhizoiden entsendet, nach oben einfache oder verzweigte, sehr mannigfaltig gestaltete Assimilationssprosse — Blätter — erzeugt; er ist izellig und besitzt den Zellraum durchsetzende Zellstoffbalken. Vermehrung durch abgerissene Thallusstücke. Zoosporen und geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt.

Vegetationsorgane. Der Thallus ist einzellig, hat aber im Innern annähernd quer verlaufende Zellstoffbalken und eine überaus wechselnde äußere Form. Die Familie ist durch eine einzige Gattung *Caulerpa* vertreten (Fig. 236 und Fig. 237). Sie hat immer einen verhältnismäßig dicken, bis zu 1 m langen, kriechenden, verzweigten rhizomähnlichen Hauptstamm mit unbegrenztem Spitzenwachstum, der an der Bauchseite ± verzweigte Rhizoiden und auf dem Rücken Äste mit begrenztem Wachstum trägt, die eine sehr verschiedene Form haben, indem sie einfach und ohne Blätter sein und dann oft eine Prolifikation zeigen können, oder ein bis mehrere Male verzweigt und mit Blättern versehen sind. Die Blätter, die wieder geteilt oder gelappt sein können, sind in 2 oder mehrere Längsreihen geordnet, quirlständig oder ungeordnet und haben eine sehr verschiedene, zwischen fadenförmig, keulenförmig, kugel- oder flach herz- und kreisförmig wechselnde Gestalt. Die *Caulerpaceae* sind außerdem sehr anpassungsfähig; ein und dieselbe Art kann teils radiäre, teils bilaterale Sprosse tragen, je nach der Umwelt. Die aufrechten Assimilationssprosse — die Blätter — können bis zu 30 cm lang werden. Sowohl Rhizoiden wie Blätter entstehen am Hauptstamm in akropetaler Reihenfolge. Der Vollständigkeit halber muß ich erwähnen, daß eine einzige Art, *C. hypnoides*, auf ihren Sprossen kurze Fortsätze bildet, deren Spitzen durch eine Querwand abgegliedert werden; es entsteht in dieser Weise nach auswärts eine ganz kleine Zelle (Fig. 236 E), deren Funktion nicht klargelegt ist.

In der äußeren Gestalt klingen die Assimilationssprosse der *Caulerpae* an die verschiedensten Gruppen der höheren Pflanzen an, wie auch an ihren Namen manchmal zu erkennen ist, z. B. *C. cupressoides*, *Lycopodium*, *Selago*, *cactoides*, *sedoides*, *hypnoides*, *sertularioides* usw. Für weitere Einzelheiten bezüglich der äußeren Form muß ich auf die Monographien verweisen.

Die ziemlich derbe Zellwand besteht aus Kallose und Pektin, läßt aber Zellulosereaktion vermissen; zu äußerst ist eine Kutikularschicht zu erkennen, dann folgt noch eine kutikuläre Zone und weiterhin die geschichtete, gegen Reagentien widerstandsfähige eigentliche Zellwand. Die jungen Häute an der Spitze der Sprosse wachsen durch Apposition. Der innere Hohlraum des Thallus wird von zahlreichen, verzweigten, ein Netzwerk bildenden Zellstoffbalken durchsetzt, welche die Seiten der Außenwände miteinander verbinden. In den Rhizoiden fehlen sie oder sind nur schwach entwickelt. In

den kriechenden zylindrischen Hauptstämmen verlaufen sie annähernd radiär, und in den flachen Assimilationssprossen gehen die Balken meist senkrecht von Fläche zu Fläche. Die Querbalken werden durch \pm längsverlaufende »Strebepeiler« verbunden. Die Balken

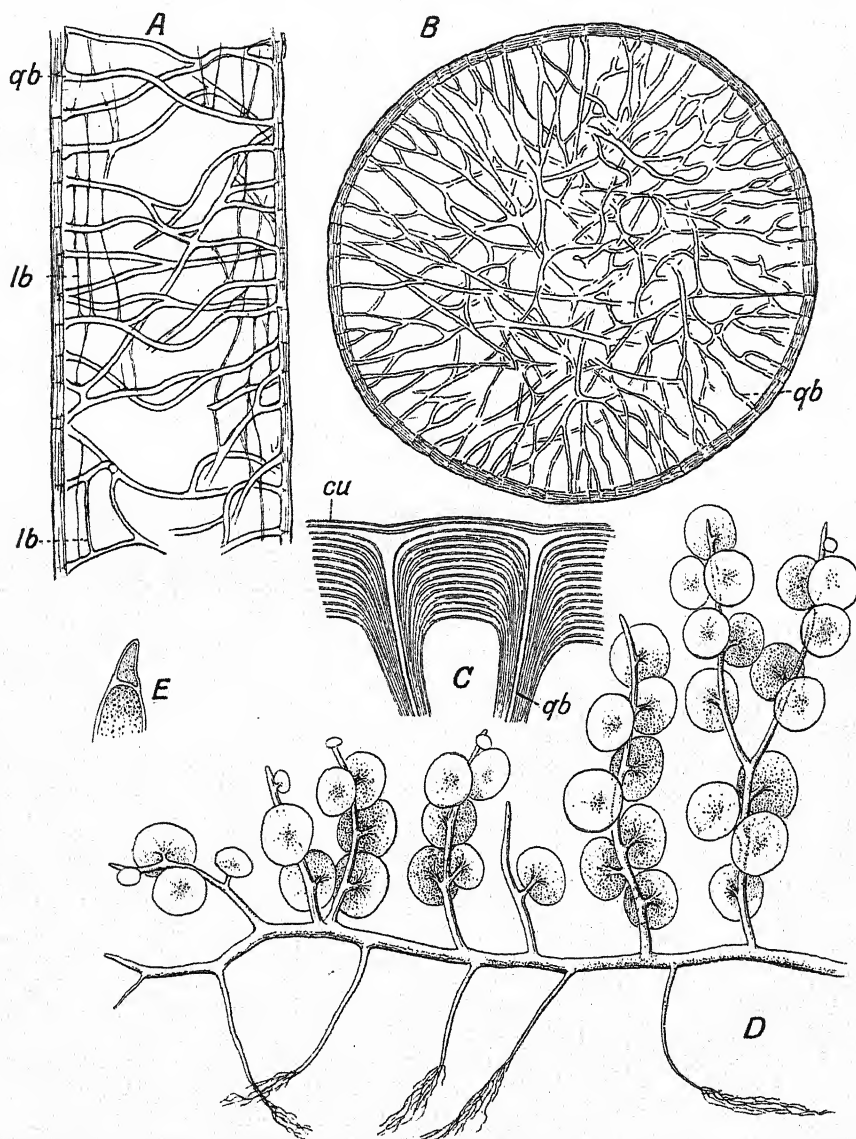


Fig. 236. A—C *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamx. A Längsschnitt des Assimilationssprosses; B Querschnitt des kriechenden Rhizoms, etwas schematisiert; C Querschnitt eines Wandstückes. — D *Caulerpa macrodisca* Decne. — E *Caulerpa hypnoides* Ag. Fortsatz eines Sprosses, durch eine Querwand abgegliedert. qb Querbalken. lb Längsbalken. cu Kutikula. (Nach Oltmanns.)

entstehen aus dem dicht gehäuftem Plasma an der Spitze der wachsenden Sprosse; das Plasma differenziert sich hier zu hellen Strängen, und in diesen befinden sich nach Strasburger, fast genau so wie bei der Anlage von Zellwänden, zuerst Mikrosomenreihen, welche später in dünne Balken übergehen. An den Vegetationspunkten liegen die Balken sehr dicht, aber mit dem Wachstum der Zelle werden sie allmählich weiter von-

einander entfernt. Nach *Haberlandt* können neue Balken nachträglich entstehen und zwischen den älteren eingeschaltet werden. Sowohl die Balken wie die Membranen sind zuerst sehr dünn, scheinen aber durch regelmäßige Apposition an Stärke zu wachsen. Das läßt sich auch aus der Struktur der Zellwände leicht erkennen, indem die Enden der Balken, wo sie an die Zellwände stoßen, von den jüngeren Schichten der Wandung überlagert, gleichsam überklebt werden. Die Balken durchsetzen daher die Wandung bis an die äußere kutikuläre Schicht. Neben den Balken kommen noch Zapfen vor, welche in das Zellumen ein Stück hineinragen. Über die Funktion der Balken ist man noch im unklaren. Nach der ältesten Deutung sollen sie dem Druck von außen her entgegenwirken, und nach *Micheels* ist der osmotische Druck des Zellsaftes der *Caulerpae* geringer als der des Seewassers. *Noll* schreibt ihnen dagegen die Fähigkeit zu, den Austausch gelöster Stoffe zu erleichtern, da er gefunden hatte, daß Salzlösungen sehr rasch und leicht durch die Balken vordringen, rascher als durch das Plasma; aber seine Auffassung hat nicht viel Anklang gefunden. *Janse* schließt aus seinen Untersuchungen, daß die Balken dazu bestimmt seien, wie gespannte Seile den flachen Organen der *Caulerpae* die Form zu wahren, indem sie verhüten, daß diese durch den Turgor abgerundet werden. Dies trifft aber für zylindrisch und kugelförmig gestaltete Organe kaum zu. Die Sache bedarf daher erneuter Prüfung.

Das Protoplasma bildet längs der Außenwände und der Zellulosebalken eine Wandbekleidung und enthält eine große Anzahl Zellkerne. An den Vegetationspunkten sammelt es sich in dichten gelblichen Massen an. Außerdem spannen sich zahlreiche Protoplasmastränge frei durch die Vakuolen von Balken zu Balken, und die Lage dieser Stränge dürfte annähernd konstant bleiben, solange nicht Formveränderungen des einzelnen *Caulerpa*-Sprosses einsetzen. Während das Protoplasma der Stränge sich nach *Janse* in einer ungemein lebhaften Bewegung auf- und abwärts befindet, liegt das wandständige und das die Balken umgebende Protoplasma relativ fest und ruhig. *Janse* möchte die mittleren Ströme als Ernährungsströme auffassen. Das Protoplasma enthält zahlreiche kleine, selten größere, linsenförmige Chromatophoren, welche natürlich meistens periphere gelagert sind, gelegentlich vereinzelt auch auf die Stränge übergehen können. Pyrenoiden fehlen.

Vegetative Vermehrung. Die *Caulerpae* vermehren sich reichlich vegetativ durch abgerissene Thallusteile, die weit umhertreiben können und ein staunenerregendes Vermögen besitzen, die Wunden zu schließen und sich zu regenerieren. Durch allmähliches Absterben von rückwärts bilden die verzweigten Rhizome immer neue Individuen, wodurch hauptsächlich die Besiedelung größerer zusammenhängender, unterseeischer »Wiesen« zustande kommt. Irgendwelche Schwärmstadien sind trotz eifrigen Suchens der verschiedensten Beobachter jedenfalls bisher nicht gefunden worden.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. Die *Caulerpae* kommen nur in salzigem Wasser vor und haben eine große Verbreitung, aber nur in tropischen oder subtropischen Meeren; besonders reichlich treten sie im Stillen und Atlantischen Ozean auf. Die am weitesten nach Norden vordringende Form dürfte *C. prolifera* sein, die im Mittelmeer reichlich vorkommt. Sie kommt an Gestein, Korallen, Lithothamnien usw. vor, meidet aber die stärkste Brandung. *C. verticillata* klammert sich an die Stelzwurzeln der Mangroven und wird dort mit Geröll zu Klumpen verwoben gefunden.

Die Caulerpen wachsen unter sehr verschiedenen äußeren Bedingungen, was auch in ihrer Organisation zum Ausdruck kommt, und scheinen recht anpassungsfähig zu sein. Im allgemeinen läßt sich eine Beziehung zwischen dem Standort und den damit verbundenen äußeren Verhältnissen einerseits und den morphologischen Eigenschaften der *Caulerpa*-Thallusformen andererseits nachweisen. Nach Standort und Wuchsform — besonders nach Ausbildung des Rhizoms und der Wurzel — haben *Svedelius* und *Börgesen* die Caulerpen in drei verschiedene ökologische Typen eingeteilt, nämlich 1. Sand- und Schlamm-Caulerpen und 2. Felsen- und Korallen-Caulerpen; einen besonderen 3. Typus bildet *Caulerpa verticillata*, die die Wurzeln der Mangroven mit einem dichten Pelz bekleidet und zwischen ihrem Wurzelgeflecht Schlamm ansammelt.

In analoger Weise werden verschiedene Typen nach der Ausbildung des Assimilationssystems unterschieden. Im allgemeinen sind die radiären Formen auf das flache Wasser

beschränkt, während sich die bilateralen sowohl in flachem wie in tiefem Wasser finden; in letzterem aber bilden sie größere Assimilationsorgane aus.

Die verwandtschaftlichen Verhältnisse der *Caulerpae* sind recht unsicher; in vieler Hinsicht stellen sie Zwischenstufen zwischen den *Dasycladaceae* und den *Codiaceae* dar. Einige der einfachsten *Caulerpae*, z. B. *C. fastigiata*, klingen stark an die niedersten *Codiaceae* (*Chlorodesmis* und *Rhipidodesmis*) an. Murray möchte die *Caulerpae*, besonders wegen der Einschnürungen an den Stämmen der *C. ligulata*, an die *Valoniaceae* direkt anschließen, da diese Einschnürungen denjenigen von *Struvea*, *Apjohnia* usw. ähnlich seien. In vegetativer Hinsicht schließen sich die *Caulerpae* an die höheren Formen von *Bryopsis* an; außer Ähnlichkeiten in der Verzweigung höherer *Bryopsis*-Arten und gewisser niedrigstehender *Caulerpae* finden sich auch bei den erwähnten Gattungen Membranzapfen und Zellstoffbalken wie auch Übereinstimmungen in der Reaktion der

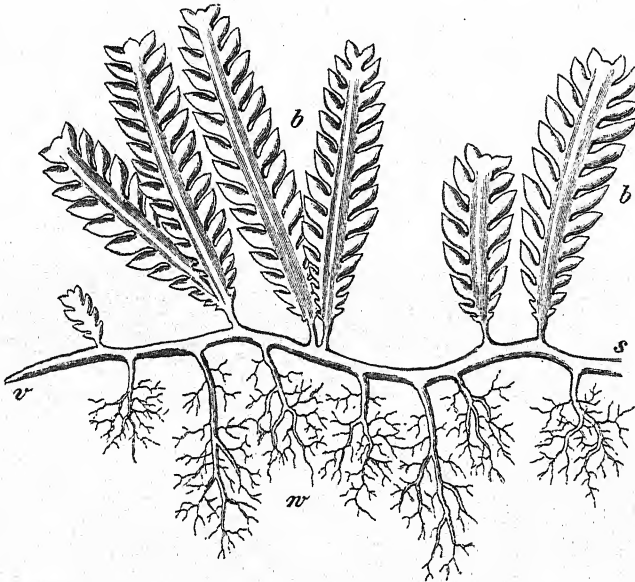


Fig. 237. *Caulerpa crassifolia* (Ag.) J. G. Ag. Ein Individuum in natürlicher Größe; v der dorsiventrale Vegetationspunkt des Hauptstammes; w die Wurzeln; b, b die Äste mit Blättern in 2 Längsreihen. (Nach J. Sachs.)

Membranen. In dem Falle, daß *C. fastigiata* keine primitive, sondern eine reduzierte Form darstellt, ist diese letztere Annahme recht einleuchtend. In fruktifaktiver Hinsicht ist, soweit es sich nicht um unvollständiges Kenntnis handelt, *Caulerpa* reduziert, indem die Gattung vollständig der schwärmenden Stadien ermangelt. Ein definitives Urteil über die engere Verwandtschaft der *Caulerpae* ist deshalb zur Zeit kaum zu bilden.

Einteilung der Familie.

Die Familie enthält nur eine Gattung 1. *Caulerpa*.

1. *Caulerpa* Lamouroux in Desv. Journ. de Bot., T. II (1809) 141 (Fig. 236 u. Fig. 237). (Inkl. *Amphibolis* Suhr, Übers. der Algen von Ecklon, Flora 1834; *Ahnfeldtia* Trevis. in Linnæa XXII [1849] 140; *Carradoria* Trevis., l. c.; *Chauvinia* Bory, Voyage de la Coquille [1826] 205; *Chemnitzia* Decaisne in Ann. Sc. Nat. Ser. 2, Tom. XVII, 328; *Eucaulerpa* Endl., Gen. suppl. III [1843] 16; *Herpochaete* Montagne, Voy. de la Bonite, Bot. [1843] 11; *Himandactylus* Trevis., l. c. 134; *Ptilerpa* Harv., Ner. Bor. Amer. III [1855] 16; *Phyllerpa* Kützinger, Spec. Alg. [1849] 494; *Stephanocoelium* Kützinger, Botan. Zeit [1847] 54; *Tricladia* Decaisne, Essai sur une classification usw. in Ann. Sc. Nat. 2. Ser., Tom. XVII [1842]). — Der Gattungscharakter derselbe wie der Familiencharakter.

60 Arten, teilweise mit vielen Varietäten werden jetzt angenommen.

Sekt. I. *Vaucherioideae* J. G. Ag., Till Algenes Systematik, I, 1872, p. 5. Haarförmig und verfilzt mit kriechenden Hauptstämmen und aufrechten, ähnlich geformten Ästen und Ästchen, die dünn und zylindrisch, nicht blattartig flach sind. *C. fastigiata* Mont.

Sekt. II. *Charoideae* J. G. Ag., l. c. p. 6. Kleine, haarförmige Stämme mit zylindrischen Blättern in deutlichen Quirlen an der Spitze der Äste. *C. verticillata* J. G. Ag.

Sekt. III. *Bryoideae* J. G. Ag., l. c. p. 7. Klein, moosähnlich; die Äste von einem kriechenden Hauptstamm aufrecht ausgehend und ringsum mit Blättern besetzt; die Blätter zylindrisch, an der Basis beinahe einfach, sodann mehrfach verzweigt zugespitzt, gelappt. *C. Webbiana* Mont.

Sekt. IV. *Zosteroideae* J. G. Ag., l. c. p. 9. Groß; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, einfache oder schwach dichotomisch verzweigte, zylindrische oder zusammengedrückte Äste aus, welche der Blätter ermangeln. *C. flagelliformis* Ag.

Sekt. V. *Phyllanthoideae* J. G. Ag., l. c. p. 10. Größer oder kleiner; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, ähnlich geformte, einfache oder an dem flachen Teil der Spreite mit verzweigten Prolifikationen versehene Äste aus. *C. prolifera* (Forsk.) Lamx.

Sekt. VI. *Filicoideae* J. G. Ag., l. c. p. 12. Größer oder kleiner; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, zusammengedrückte, einfache oder sparsam verzweigte Äste aus, die fiederförmig eingebuchtet, gelappt oder gefiedert sind, sich oft in 2 einander entgegengesetzte, selten in 3 Längsreihen gestellt zeigen und plattgedrückt oder langgestreckt zylindrisch, an der Spitze ± zugespitzt und mehrere Male so lang sind, als der Ast breit. *C. laxifolia* (Vahl) Ag.

Sekt. VII. *Hippuroideae* J. G. Ag., l. c. p. 16. Groß; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte Äste aus, die einfach oder sparsam geteilt sind und dicht gestellte, in 3—4 oder mehrere Längsreihen geordnete Blätter haben; die Blätter sind langgestreckt, beinahe fadenförmig, einfach, gabelförmig geteilt oder fiederförmig. *C. Harveyi* F. v. Müll.

Sekt. VIII. *Thuyoideae* J. G. Ag., l. c. p. 19. Groß; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, oft beinahe büschelig verzweigte und zuweilen kantige Äste aus, die am Rande der Kanten mit zahnähnlichen Vorsprüngen oder kurzen Blättern versehen sind, die kaum so lang sind oder 2—3mal länger sein können als die Äste breit. *C. cupressioides* (Vahl) Ag.

Sekt. IX. *Lycopodioidae* J. G. Ag., l. c. p. 27. Groß; von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, einfache oder sparsam verzweigte Äste mit langen, pfriemenähnlichen, einfachen oder gabelteiligen, dicht dachziegeligen Blättern aus. *C. Selago* (Turn.) Ag.

Sekt. X. *Araucarioideae* J. G. Ag., l. c. p. 29. Groß; von einem kriechenden Hauptstamm gehen dicke, zylindrische, zumeist einfache Äste aus, die oft wieder fiederförmige, gegenständige, lange und dünne Ästchen aussenden; der Stamm und die Äste zeigen sich dicht mit zylindrischen, kurzen, pfriemenförmigen Blättern besetzt, die einfach oder einmal gabelförmig geteilt sind und an der Spitze oft mehrere kurze Dornen tragen. *C. hypnoides* (R. Br.) Ag.

Sekt. XI. *Paspaloideae* J. G. Ag., l. c. p. 32. Von einem kriechenden Stamm gehen aufrechte Äste aus, die zu 2 und 2 beinahe fingerförmig geteilt und oft dem Anschein nach dichotomisch sowie dicht mit Blättern besetzt sind und oben sekundäre, an 2 Seiten hervorwachsende Fiederstrahlen haben. *C. paspaloides* (Bory) J. G. Ag.

Sekt. XII. *Sedoideae* (J. G. Ag.) Web. v. Bosse, Monogr. Calerpes, 1898, 354. Von einem kriechenden Hauptstamm gehen aufrechte, einfache und ± verzweigte, oft mit dichtgestellten, ringförmigen Einschnürungen versehene Äste aus, deren Blätter an der Spitze verdickt, sehr breit endend, kugelförmig, ellipsoidisch, keulenförmig oder birnförmig sind oder in einer beinahe flachen Scheibe enden. *C. laetevirens* Mont.

Codiaceae.

Mit 15 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Decaisne, Ess. s. une Classification des Algues et d. Poly-piers calcifères, Paris 1842. — F. T. Kützing, Phycologia generalis, Leipzig 1843; Species Algarum, Lips. 1849. — C. Nägeli, Die neueren Algensysteme, Zürich 1849. — G. Thuret, Rech. s. l. Zoospores des Algues (Ann. sc. nat. Sér. 3. Bot., T. 14, Paris 1850). — A. Derbès et A. J. J. Solier, Mém. s. q. points d. l. physiol. d. algues (Supplém. à Comptes Rendus, T. 1, Paris 1856). — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae, Bd. 6, 7, Nordhausen 1856 bis 1857. — W. Harvey, Nereis boreali americana. III (Smithson. Contrib. to Knowledge, Vol. V, Washington 1858). — M. Woronin, Rech. s. l. algues marines *Acetabularia* Lamx. et *Espera* Dene. (Ann. sc. nat. Sér. 4. Bot., T. 16, Paris 1862). — J. E. Gray, On *Codiophyllum* (Ann. and Mag. of Nat. Hist., Ser. 4, Vol. X, London 1872). — F. Schmitz, Üb. d. Bildung d. Sporangien b. d. Algengattung *Halimeda* (Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. in Bonn, 1880). — G. Berthold, Zur Kenntnis der Siphonien und Bangiaceen (Mittel. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 2, Heft 1, Leipzig 1880). — J. G. Agardh, Till Algenes Systematik.

Nya bidr. 5 Afd. Siphoneae (Lunds Univ. Årsskr., Bd. 23, Lund 1887). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, S. 488—527. — G. Murray and L. A. Boodle, Systematic and struct. account of the Genus *Acrainvillea* (Journal of Botany, London 1889). — A. Weber van Bosse, On a new genus of Siphonean Algae *Pseudocodium* (Journal of Linnean Society, Botany, Vol. XXXII, London 1895). — E. Küster, Zur Anatomie u. Biologie d. adriat. Codiaceen (Flora Bd. 85, Marburg 1898). — H. Gibson and H. A. Auld, *Codium* (Memoirs on typ. British Marine Plants and Animals IV, Liverpool 1900). — A. Weber van Bosse, Etudes s. l. Algues d. l'Archipel Malaisien (III.) (Annales Jardin Bot. de Buitenzorg, 2. Ser., Vol. II, Leide 1901). — E. S. Barton, The Genus *Halimeda* (Siboga-Expeditie LX, Leiden 1901). — A. and E. S. Gepp, *Rhipidosiphon* and *Callipsygma* (Journal of Botany, London 1901). — F. Heydrich, *Rudicularia*, ein neues Gen. d. Valoniaceen (Flora, Bd. 92, Marburg 1903). — A. Ernst, Siphoneen-Studien, II, (Beihefte zum Botan. Centralblatt, B. XVI, Jena 1904). — A. and E. S. Gepp, Notes on *Penicillus* and *Rhipocephalus* (Journal of Botany, London 1905). — M. A. Howe, Phycological Studies I—IV (Contrib. from New York Bot. Garden No. 67, 72, 101, 120, New York 1905—1909). — F. Börgesen, The Species of *Acrainvilleas* hitherto found on Danish West Indies (Vidensk. Meddel. fra naturhist. Foren. København 1908). — A. and E. S. Gepp, Marine Algae (*Chlorophyceae* and *Phaeophyceae*) and marine Phanerog. of the »Sealark« Expedition (Transact. of Linn. Soc. of London, 2. Ser., Vol. XII, London 1909); The Codiaceae of the Siboga Expedition (Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied, Leiden 1911). — F. Brand, Über einige neue Grünalgen aus Neuseeland und Tahiti (Bericht der deutschen botanischen Gesellsch. XXIX, 1911); Über die Siphoneengattung *Chlorodesmis* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. XXIX, 1911). — F. Tobler, Zur Organisation des Thallus von *Codium tomentosum* (Flora 1911, N. F., 3). — A. H. S. Lucas, Suppl. List of the marine Algae of Australia (Proc. Linnean Soc. of N. S. Wales, Bd. 37, 1912). — F. Börgesen, The marine Algae of the Danish West Indies I (Dansk Botanisk Arkiv, Bd. 1, Nr. 4, 1913). — M. A. Howe, The marine Algae of Peru (Memoirs of the Torrey, Bot. Club, Vol. XV, 1914). — A. M. Hurd, *Codium mucronatum*, *C. dimorphum* (Puget Sound Marine Station Publ., 1916). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. A. Setchell, The marine Algae of the Pacific Coast of North America, II (University of California Publications in Botany, Vol. 8, Nr. 2, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — O. C. Schmidt, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Codium* Stackh. (Bibliotheca Botanica, H. 91, Stuttgart 1923). — W. A. Setchell and N. L. Gardner, New marine Algae from the Gulf of California (Proceed. of the California Academy of Sciences, Ser. 4, Vol. XII, 1924). — J. Pia, Geologisches Alter und geographische Verbreitung der wichtigsten Algengruppen (Österr. bot. Zeitschr. 1924). — N. Svedelius, On the discontinuous geographical Distribution of some tropical and subtropical marine Algae (Arkiv för Botanik, Bd. 19, 1924). — F. Börgesen, Marine Algae from the Canary Islands (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. V, 3, 1925). — R. M. Adam, On *Codium mucronatum* J. Ag. var. *atlanticum* (Trans. and Proceed. of the Bot. Soc. of Edinburgh, Vol. XXIX, Part. II, 1925). — M. B. Williams, Contributions to the Cytology and Phylogeny of the Siphonaceous Algae I. The Cytology of the Gametangia of *Codium tomentosum* (Proceed. of the Linnean Society of New South Wales, Vol. L, 1925).

Merkmale. Thallus von verschiedener Form, ohne deutliche Differenzierung in Stamm und Blätter, zuweilen mit Kalk inkrustiert, ursprünglich 1zellig (später oft mehrzellig), reich verzweigt, die Äste, wenigstens zum Teil, so dicht aneinander schließend oder zwischeneinander hineinwachsend, daß ein anscheinend parenchymatischer Zellkörper gebildet wird, der auch in Mark- und Rindenschicht differenziert sein kann. Die Gameten oder Zoosporen entwickeln sich, soweit sie bekannt sind, in besonderen angeschwollenen Sporangien. Geschlechtliche Fortpflanzung bisher nur bei *Codium* wahrgenommen. Akineten sind nicht bekannt, dagegen kommen Aplanosporen bisweilen vor.

Vegetationsorgane. Der Thallus besteht aus einer ursprünglich ungeteilten, aber reich verzweigten Zelle, deren Auszweigungen entweder lose oder meist dicht unter sich verflochten, zum Teil auch verwachsen sind, und in ihrer Gesamtheit einen Körper von ± charakteristischem äußeren Umriß bilden. Die niedersten Formen bestehen aus völlig freien, reich verzweigten, grünen Fäden, die sich büschelig von einem meist farblosen, kriechenden, rhizomartigen Teil erheben; bisweilen können sich die aufrechten Fäden zu ± dichten Polstern oder Matten zusammenschließen, ohne daß damit ein spezifisch geformter Thallus zustande käme (*Rhipidodesmis* Fig. 242 3, *Chlorodesmis*, *Pseudochlorodesmis* und *Boodleopsis* Fig. 242 4—5). Die ersten Anlagen und Jugendstadien der höheren Typen bilden ebenfalls solche völlig freien Fäden (Fig. 245 A), zielen aber ziemlich zeitig durch Verflechtung und Verschlingung auf Bildung bestimmt geformter Thallome hin (Fig. 245 F). Die ursprünglich freien Fäden verflechten sich meistens zuerst zu einem Stiel, und am Scheitel desselben strahlen die Fäden zu einem pinsel-, fächer-, trichter- oder federförmigen

Köpfchen aus, entweder frei, aus isolierten Zellverzweigungen bestehend, oder sie können in verschiedener Weise verwachsen oder verkittet sein. Die Verflechtung der Fäden kann entweder eine sehr lockere sein, oder sie können durch kurze Seitenfortsätze, die an ihren Enden oft besondere Haftorgane (Tenacula) entwickeln, fester verbunden werden, so daß die filzartigen Thallome an Festigkeit gewinnen (Fig. 244). Bei *Penicillus* (Fig. 239 und 249) besteht das Köpfchen aus isolierten Zellverzweigungen, bei *Avrainvillea* (Fig. 243), *Flabellaria* (Fig. 245), *Rhipiliopsis*, *Rhipilia*, *Udotea* u. a. ist das Köpfchen fächerartig, bei *Callipsygma* (Fig. 247) federförmig, bei *Cladocephalus* (Fig. 246) trichterförmig usw. Bei *Halimeda* (Fig. 238) besteht der Thallus aus kettenförmig gereihten herz- oder nierenförmig gestalteten Gliedern; eine Differenzierung des Körpers in Stamm und Blatt kommt nicht vor. Hingegen finden sich an der Basis chlorophyllfreie, oft dichotomisch verzweigte Rhizoiden (z. B. *Penicillus*, Fig. 242, 1 und 249), welche indes bei anderen Gattungen undeutlich entwickelt sind oder ganz fehlen. Bei den komplizierter gebauten Formen ist eine Mark- und eine Rindenschicht zu unterscheiden; die erstere besteht aus vorherrschend parallel lau-

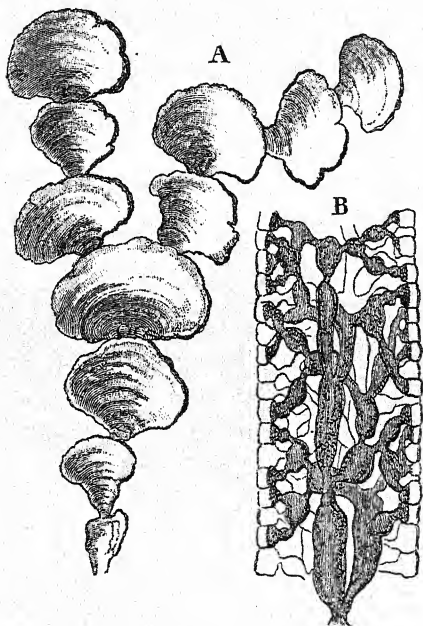


Fig. 238. *Halimeda Opuntia* (L.) Lamx. A Habitusbild (natürliche Größe) eines Thallus (ohne den aus einem Fadengeflechte bestehenden Basisteil); B Teil eines Längsschnittes. (Nach K. Göbel.)



Fig. 239. *Penicillus capitatus* Lamck. Ein kammförmiges Astende aus der äußeren Begrenzung des Stieles, welches zwischen seinen Astenden mit Kalk inkrustiert ist. (Nach Wille, 100/1.)

fenden, dichotomisch verzweigten Schläuchen, die miteinander durch Poren kommunizieren können und seitliche kleinere Äste zur Bildung des Rindengewebes aussenden. Diese die Rinde bildenden Auszweigungen stehen entweder lose nebeneinander rechtwinklig zur Oberfläche, so bei *Codium*, wo sie eine keulenförmige Gestalt haben, oder schließen zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe aneinander, in welchem sie, von der Außenfläche gesehen, einen sechseckigen facettenartigen (*Halimeda*, Fig. 238) oder gelappten (*Udotea*-Arten) Umriß zeigen. Bei *Halimeda* verkalken die radiären Wände der Facetten, während die tangentialen Außenwände frei bleiben, und diese Rinde erinnert an die der *Dasycladaceae*. Im Stiele mehrerer Gattungen (*Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Callipsygma*, *Udotea*) entspringen von den längsverlaufenden Markschläuchen breite, quere Auszweigungen, die sich nach außen dichotomisch kammförmig verzweigen (Fig. 239, Fig. 245 D, E u. Fig. 250 D—F) und mit Kalk inkrustieren, so daß diese Rindenschicht biegefest konstruiert ist.

Der Vegetationskörper aller Codiaceen besteht aus einem einzigen, nicht segmentierten, aber reich verzweigten, fadenförmigen Schlauche. Die ursprüngliche Form desselben, die bei allen Gattungen zeitweise noch zur Ausbildung kommt, zeigt eine Differenzierung in farblose, unregelmäßig verzweigte Rhizoidenschläuche und chlorophyllführende grüne Fäden; diese besitzen ein ausgeprägtes Scheitelwachstum von begrenzter Dauer.

Nach der Erzeugung eines Fadenstückes von bestimmter Länge wird es sistiert, und es tritt seitlich von der im Wachstum innehaltenden Spitze entweder eine sympodiale Entwicklung ein, oder es bilden sich an gegenüberliegenden Punkten zwei neue Scheitel, durch deren Tätigkeit wiederum Schlauchstücke derselben Länge erzeugt werden.

Infolge dieser letzten Wachstumsform entstehen an der Spitze des einen immer zwei gleichwertige Äste, welche sich später wiederum in je zwei teilen, so daß also durch Dichotomie in regelmäßiger Folge eine reiche Gliederung des ungeteilten Fadens erreicht wird. Trichotomische Verzweigung kommt auch bei gewissen Gattungen vor, z. B. in dem basalen Teil von *Chlorodesmis*, *Pseudochlorodesmis*, bei *Boodleopsis* usw., und wirtelige Verzweigungen sind ebenfalls bisweilen nachweisbar, z. B. bei *Tydemania expeditionis* u. a. Eigentliche Querwände werden in den grünen Schläuchen nicht gebildet.

Sind auch alle das verfilzte Gewebe zusammensetzenden Schläuche die Zweige einer ursprünglich ungeteilten Zelle, so können sie doch oft auf eine sehr regelmäßige Weise mit Einschnürungen versehen sein, so daß sie in Zellabschnitte geteilt sind, die miteinander durch einen engen Kanal in Verbindung stehen, bei flüchtiger Betrachtung aber den Eindruck von besonderen Zellen machen können, was um so mehr der Fall ist, wenn die Einschnürung unmittelbar an einer dichotomischen Verzweigung auftritt (z. B. bei *Penicillus*). Mitunter ist die Zellwand an einer solchen Einschnürung stark ringförmig oder diaphragmenartig verdickt, so daß die verschiedenen Zellabschnitte miteinander nur durch eine enge Pore verbunden sind (z. B. bei *Rhipilia*, Fig. 244 b), und bisweilen kann diese Wandverdickung so bedeutend sein, daß sie sich quer über die ganze Zelle erstreckt und auf diese Weise eine wirkliche Querwand bildet, welche die Verbindung zwischen dem Inhalt in den aneinandergrenzenden

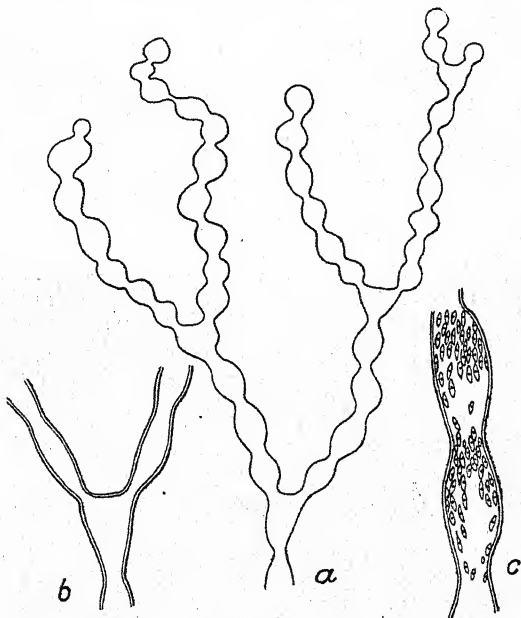


Fig. 240. *Avrainvillea nigricans* Desce. a und b Fadenstücke; c Fadenstück mit Chromatophoren. (Nach Börgesen, a und b ca. 70/1; c 170/1.)

Zellabschnitten gänzlich unterbricht; der Thallus wird auf diese Weise mehrzellig; dieses ist ziemlich allgemein bei den *Codium*-Arten der Fall, wo nicht nur die Sporangien auf diese Weise abgegrenzt sind, sondern auch in den rein vegetativen Zellverzweigungen hier und da zahlreiche solche Zellpfropfen entstehen.

Die Wandung der *Codiaceae* besteht meistens nur aus Kallose und Pektin in ungefähr gleicher Menge. *Codium* hat in der Hauptsache Pektin, daneben Kallose und etwas Zellulose.

Die Membran an sich ist zumeist dünn und nur an gewissen Stellen, z. B. an den Rhizoiden, und im mechanisch wirkenden Rindengewebe verdickt, doch finden sich bei einer Anzahl Gattungen (*Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Halimeda*, *Tydemania* und *Udotea*) so bedeutende Kalkinkrustierungen, daß die Alge eine steinharte Konsistenz erhält. Die Kalkeinlagerungen können entweder homogen und strukturlos sein, oder die im übrigen strukturlose Kalkablagerung besteht in gewissen, dicht aneinandergrenzenden, abgerundeten, kleinen Partien aus dicht übereinanderliegenden Schuppen, die bei oberflächlicher Betrachtung wie Poren aussehen (die sog. Gattung *Poropsis* Kütz.). Die Zellkerne sind in großer Anzahl vorhanden, elliptisch und in einer protoplasmatischen, dünnen Wandbekleidung eingebettet, die in sich zahlreiche runde oder elliptische Chromatophoren ein-

schließt, welche der Pyrenoide ermangeln oder mit solchen versehen sein können. Im Zellsaft kommen bei *Codium bursa* sehr kleine Proteinkristalloide vor.

Bei *Codium* werden von den Rindenzellen lange, hinfällige Haare gebildet, die an der Basis von einem ringförmigen, einseitig vordringenden Wulst abgegliedert werden.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Wirkliche Schwärmsporen sind nur bei *Halimeda* bekannt; die Sporangien sind keulen- oder kugelförmig angeschwollene Zweige (Fig. 241 B) der büschelig angeordneten reichverzweigten Sporangienstände, welche an der oberen Kante oder auch aus der Fläche der einzelnen Glieder aus dem Markgewebe hervorwachsen (Fig. 241 A). Nach älteren Angaben werden die Sporangienträger — Sporangiphoren — nicht von den sie erzeugenden Fäden durch Wände getrennt, ja die

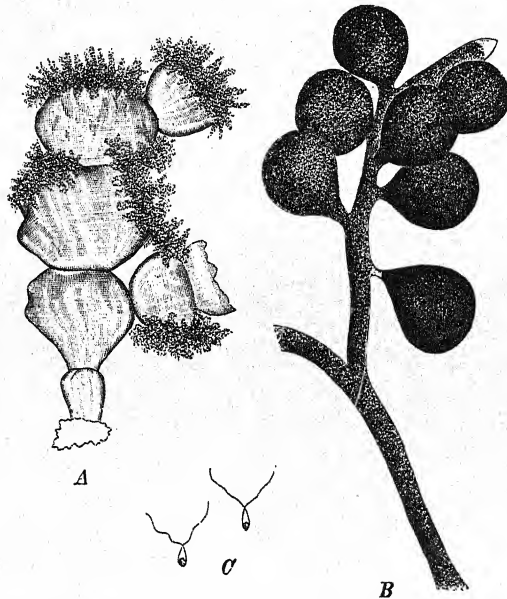


Fig. 241. *Halimeda tuna* (Ellis et Sol.) Lamx. A Stück einer Alge mit Sporangienständen in natürlicher Größe; B Zweig eines Sporangienstandes; C Schwärmsporen. (Nach Derbès und Solier; B 52/1; C 330/1.)

Zoosporenbildung soll sogar bis auf die Markfäden zurückgreifen. Howe dagegen gibt an, daß an der Basis der Sporangiphore ein Pfropf gebildet werde. Die Zoosporangien sind reich mit chlorophyllgrünem Protoplasma (Fig. 241 B) gefüllt und durch keine Querwand oder Einschnürung von dem übrigen Thallus abgegrenzt. Durch simultane Teilung entsteht aus dem größeren Teil ihres Inhalts eine große Anzahl von Schwärmsporen, die durch Platzen der Wand frei werden. Diese sind sehr klein, schmal, eiförmig und haben einen dickeren grünen Hinterteil und ein farbloses Vorderende, das mit 2 langen Geißeln (Fig. 241 C) versehen ist. Die Keimung ist unbekannt, so daß es noch unentschieden ist, ob wir es hier mit Zoosporen oder Gameten zu tun haben. Bei *Udotea* können in den jüngeren Teilen des Thallus kleine, kugelförmig angeschwollene Seitenäste vorkommen, die möglicherweise Zoosporangien sind. Bei *Penicillus mediterraneus* Thur. finden sich seitlich an den

Ästen einige runde oder ovale Zellen, welche möglicherweise Zoosporangien sind. Bei *Chlorodesmis* ist die Form der Zoosporangien unsicher, da sich hier nämlich angegeben findet, teils daß die äußersten Zellabschnitte der Äste ohne Umwandlung zu Zoosporangien werden, teils daß dieselben vorher am Ende anschwellen. Bei *Avrainvillea* sind keulenförmige Sporangien, die terminal von den Zellen des Flabellums gebildet werden, beobachtet; sie enthalten 1—8 Sporen, die vielleicht als Aplanosporen aufzufassen sind. Aplanosporen sind auch bei *Tydemania* angegeben.

Bei *Udotea* kommen rhizomähnliche, kriechende Fäden vor, welche sich auf dem Substrat verzweigen; auf diesen treten Massen von zarten Zweigen beisammen auf, die sich hyphenartig verflechten und aufrechte Sprosse bilden.

Außerdem ist vegetative Vermehrung durch losgetrennte Thallusstücke, die zu neuen Pflanzen heranwachsen können, bei den *Codiaceae* bekannt. Typische Brutkörper kommen bei gewissen Arten von *Codium* vor, z. B. bei *C. Pilgeri* Schmidt und *C. isthmocladum* Vickers; sie entstehen wie die Gametangien aus den Blasen und werden durch Pfropfen von diesen getrennt.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bisher nur bei *Codium* nachgewiesen (Fig. 251). An der aus keulenförmigen Zellen bestehenden Rinde entwickeln sich als seitliche Blasen-

ausstülpungen junge Gametangien; diese werden größer und nehmen bald die \pm eiförmige Gestalt der Gametangien an. Die Gametangien werden reichlich mit Plasma, Chlorophyll und Reservestoffen versehen, und an der stark verengten Basis tritt Pfpfenbildung ein, die sie gegen die Blase abschließt. Ist die Gametenbildung vollzogen, öffnen sich die Gametangien durch Verschleimung am apikalen Ende, und die Gameten entschlüpfen. Die ♀ Gameten sind von birnförmiger Gestalt, mit 2 gleich langen Geißeln, zahlreichen grünen Chromatophoren und Pyrenoiden versehen. Ein Kern befindet sich im farblosen Vorderende des Gameten, aber ein Augenfleck soll fehlen. Die ♂ Gameten werden in bedeutend größerer Menge erzeugt. Sie sind viel kleiner und schmaler, länglich-birnförmig bis spindelförmig, haben 2 Geißeln, 1—3 kleine, gelbliche Chromatophoren, ermangeln aber des Pyrenoides. Die Gametangien können entweder diözisch oder monözisch verteilt sein.

Oltmanns hat die Kopulation, die etwa um Mitternacht erfolgt, beobachtet. Es wird eine runde Zygote gebildet, die sofort keimt. Aus der Zygote resultiert zuerst ein vertikaler Sproß, der mit lappiger Scheibe auf dem Substrat festsetzt. Die weitere Entwicklung ist sowohl von Oltmanns wie Berthold, Tobler und vielen anderen verfolgt worden.

Möglicherweise können die ♀ Gameten sich auch parthenogenetisch entwickeln.

Geographische Verbreitung. Die Codiaceae kommen nur im Meere vor und haben eine außerordentlich große Verbreitung in den tropischen und temperierten Meeren, scheinen aber in den arktischen und antarktischen gänzlich zu fehlen. *Chlorodesmis*, *Rhipilia*, *Cladocephalus*, *Rhipidodesmis*, *Boodleopsis*, *Tydemania* und *Rhipocephalus* kommen nur in den Tropen vor, *Codium*, *Avrainvillea*, *Penicillus*, *Udotea* und *Halimeda* auch in temperierten Meeren. *Pseudocodium*, *Rhipiliopsis*, *Flabellaria* und *Callipsygma* sind nur außerhalb der Tropen nachgewiesen. An den Küsten Norwegens geht *Codium tomentosum* bis zu 63° nördl. Breite.

Verwandtschaftliche Verhältnisse. Die Codiaceae können in drei Unterfamilien geteilt werden: *Flabellarieae*, *Udoteae* und *Codieae*. Die erste von diesen ist nicht inkrustiert und steht am niedrigsten mit Gattungen wie *Rhipidodesmis*, *Boodleopsis* und *Chlorodesmis*, die sich wohl am nächsten an *Bryopsis* und die einfachsten *Caulerpae* anschließen. Von diesen beiden Gattungen kann man vielleicht die meisten anderen herleiten; die unregelmäßig geformten mit unregelmäßig verschlungenen Fäden gehen mehr auf *Boodleopsis*, die regelmäßigen mit elegantem Stiel usw. eher auf *Rhipidodesmis* zurück. Die *Udoteae* sind inkrustiert und umfassen *Tydemania*, *Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Udotea* und *Halimeda*. *Codium* schließt sich wohl am nächsten an *Udotea* an; *Pseudocodium* ist als eine besonders differenzierte Form von *Codium* aufzufassen. Etwas Bestimmtes über die gegenseitigen Verwandtschaftsverhältnisse läßt sich jedoch kaum sagen.

Außer an *Bryopsis* und *Caulerpa* zeigen die Codiaceae deutliche Anklänge an die *Siphonocladales*, besonders an die Dasycladaceen und Cladophoraceen, z. B. in der Gliederung der Fäden, der Facettenrinde bei *Halimeda* usw.

Geologisches Alter. Die Codiaceen bilden eine sehr alte und zugleich eine auffallend wenig veränderte Familie. Von *Sphaerocodium* abgesehen, die wohl nicht zu den Codiaceen gehört, ist eine der ältesten bekannten Gattungen *Palaeoporella*, die aus dem oberen Ordoviciu Skandinaviens stammt. Sie wurde früher zu den Dasycladaceen gerechnet, scheint aber hier unter den Codiaceen ihre nächsten Verwandten zu haben. Eine ähnliche Form tritt ferner im Mitteldevon der Eifel auf. Aus dem Perm und aus der Kreide sind die Gattungen *Gymnocodium* und *Boueina* bekannt. *Ovulites* stammt aus Tertiär. Die rezente Gattung *Halimeda* ist schon aus der Oberkreide von Peru bekannt, und im Untermiozän findet man sogar die heute noch lebende Art *Halimeda opuntia* f. *triloba*. Die geringe Verschiedenheit im morphologischen Bau der ältesten Formen von den lebenden ist merkwürdig; doch ist zu berücksichtigen, daß die Fortpflanzungsorgane, die außerhalb des verkalkten Teiles des Thallus vorkommen, nicht erhaltungsfähig sind. Jüngst ist *Dimorphosiphon rectangulare* im mittleren Ordoviciu Norwegens gefunden; sie zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit der rezenten Gattung *Halimeda* und ist vorläufig als der älteste bekannte Vertreter dieser Familie zu betrachten.

Einteilung der Familie.

- A. Thallus ohne Rindengewebe oder mit einer Rinde von nicht durch Zellwände abgegrenzten Zellverzweigungen.
- a. Thallus nicht inkrustiert I. Flabellarieae.
 - α. Fäden nicht zu bestimmt geformten Thalli vereinigt, meist büschelige Rasen bildend.
 - I. Fäden mit einem rhizomartigen Hauptstamm 2. Boodleopsis.
 - II. Fäden ohne einen kriechenden Hauptstamm.
 1. Aufrechte Fäden mit Einschnürungen oberhalb der Verzweigungen.
 - * Aufsteigende Fäden besonders im oberen Ende reich verzweigt
 1. Rhipidodesmis.
 - ** Aufsteigende Fäden im oberen Ende nicht besonders reichlich verzweigt, bisweilen zu einem stielartigen Säulchen verflochten . . . 4. Chlorodesmis.
 2. Aufrechte Fäden zylindrisch, ohne (oder nur am untersten Teile mit) Einschnürungen oberhalb der Verzweigungen 3. Pseudochlorodesmis.
 - β. Fäden zu bestimmt geformten Thalli vereinigt.
 - I. Thallus ohne Rindenschicht, fächer-, pinsel- oder schief-trichterförmig.
 1. Thallus aus völlig freien Fäden bestehend 5. Avrainvillea.
 2. Thallus aus Fäden bestehend, welche durch kurze, aber am Scheitel ungeteilte Fortsätze verbunden sind 6. Rhipiliopsis.
 3. Fäden durch Fortsätze verbunden, die an den Enden in 2—6 *tenacula* gespalten sind 7. Rhipilia.
 - II. Thallus mit Rindenschicht.
 1. Thallus federförmig 10. Callipsygma.
 2. Thallus fächer- oder schief-trichterförmig.
 - * Rindenschicht aus kurzen, lateralen, abgestutzten Ästchen gebildet
 8. Flabellaria.
 - ** Rindenschicht aus pseudolateralen sich allmählich verschmälernden und aus äußeren reichlich aber unregelmäßig verzweigten Fäden gebildet
 9. Cladocephalus.
 - b. Thallus inkrustiert II. Udoteae.
 - α. Thallus gestielt, fächer-, trichter- oder pinselförmig.
 - I. Thallus pinselförmig mit freien Zweigen 12. Penicillus.
 - II. Thallus mit verwachsenen oder teilweise verwachsenen Zweigen.
 1. Stiel je mit einer großen endständigen Fahne 14. Udotea.
 2. Stiel ungeteilt von zahlreichen, kleinen lateralen Flächen überdacht
 13. Rhipocephalus.
 3. Stiel, allerdings im älteren Zustande, mehrfach geteilt 11. Tydemania.
 - β. Thallus aus kettenförmig gereihten Gliedern bestehend 15. Halimeda.

B. Thallus mit einer Rinde von besonders abgegrenzten Zellzweigen . . . III. Codiaceae.

 - a. Rindengewebe nicht verwachsen 16. Codium.
 - b. Rindengewebe fest verwachsen 17. Pseudocodium.

I. Flabellarieae.

Thallus nicht inkrustiert, von sehr wechselnder äußerer Gestalt. Die niedersten Formen werden von lose verzweigten, kriechenden, oft farblosen, rhizomähnlichen Fäden gebildet, aus welchen aufrechte grüne Elemente büschelig emporwachsen. Bei den höheren Formen schließen sich diese aufrechten Fäden ± dicht filzartig zusammen, auf Bildung eines gestielten, fächer-, trichter- oder pinselförmigen Thallus hinielend. Die einzelnen Fäden sind röhrenförmig, di- oder trichotomisch verzweigt — selten wirtelig —, meist mit deutlichen Verengerungen, besonders unmittelbar oberhalb der Verzweigungen und bei gewissen Gattungen mittels sog. *Tenacula* fest miteinander verbunden. Bei den höchsten Formen kommt außerdem eine Rindenschicht dadurch zustande, daß die Fäden besondere, kurze, laterale, meist rechtwinkelig gegen die Peripherie ausgehende, reich verzweigte, verfilzte und verworrene Äste bilden. Vermehrung nur bei *Avrainvillea* bekannt, durch 1—8 Aplanosporen (?), die in keulenförmigen Sporangien, welche terminal aus den Zellen des Flabellums entstehen, gebildet werden.

1. *Rhipidodesmis* A. et E. S. Gepp, The Codiaceae of the Siboga Exped. (1911) 62 (Fig. 242, 3). (*Chlorodesmis* J. G. Ag. p. p., Till Algernes Systematik VIII in Lunds Univ. Årsskr. Tom. XXIII, 49; *Avrainvillea* Murray et Boodle p. p., A systemat. and structur. Account of *Avrainvillea* in Journ. of Botany XXVII [1889] No. 315, 67). — Thallus fadenförmig, büschelig, nicht inkrustiert, besteht aus unregelmäßig lose verzweigten, fast farb-

losen, am Substrat zwischeneinander kriechenden, zylindrischen Basalfäden, von welchen grüne, aufrechte, wiederholt di- oder trichotomisch verzweigte Elemente bis zu gleicher Höhe emporwachsen. Die aufrechten Fäden sind in den unteren Teilen nur spärlich, am oberen Ende dagegen reichlicher verzweigt und sind mit charakteristischen Einschnürungen unmittelbar oberhalb der Verzweigungen versehen. Die Basalfäden wachsen sehr locker, nie dicht oder verfilzt. Assimilationsprodukt Stärke. Vermehrung unbekannt.

Nur 1 Art, *Rh. caespitosa* (J. G. Ag.) A. et E. S. Gepp (= *Chlorodesmis caespitosa* J. G. Ag. = *Avrainvillea caespitosa* Murray et Boodle) im Indischen Ozean.

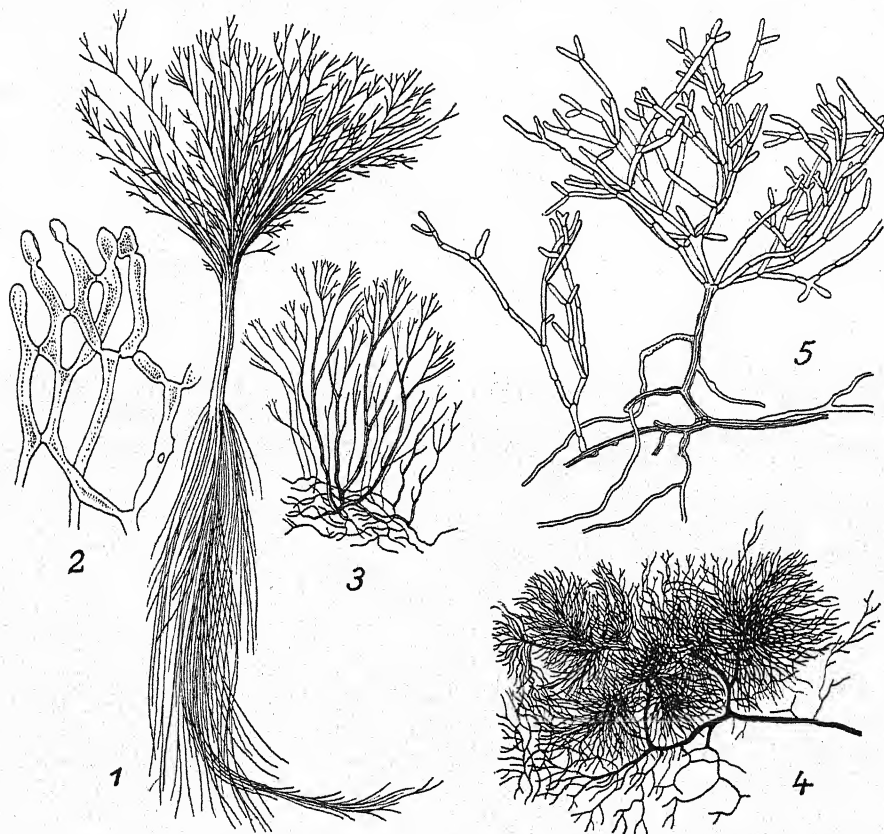


Fig. 242. 1 *Penicillus* sp. — 2 *Rhipiliopsis peltata* (J. G. Ag.) A. et E. S. Gepp. Fäden aus einem Thallus, mit angeschwollenen terminalen Ästchen und mit kurzen Seitenfortsätzen, welche aneinanderstoßen. — 3 *Rhipidodesmis caespitosa* (J. G. Ag.) A. et E. S. Gepp. Eine büschelige Pflanze. — 4, 5 *Boodleopsis siphonacea* A. et E. S. Gepp. (Nach Oltmanns.)

2. **Boodleopsis** A. et E. S. Gepp, The Codiaceae of the Siboga Exped. (1911) 64 (Fig. 242, 4—5). — Der Thallus bildet grüne, nicht inkrustierte, filzartige Polster und besteht aus einem kriechenden, verzweigten, gegen die Spitze an Dicke allmählich abnehmenden, rhizomartigen Hauptfaden, welcher an der Unterseite durch zarte, verzweigte Rhizoiden befestigt ist, auf der Oberseite aufrechte Äste in regelmäßigen Abständen trägt. Die aufrechten Äste sind reich verzweigt, wiederholt di- oder trichotomisch, bisweilen wirtelig, mit ausgespreizten, an ihrer Basis eingeschnürten Verzweigungen, die miteinander zu einer losen, filzartigen oder polsterförmigen Masse verwachsen. Sonstiges unbekannt.

1 Art, *B. siphonacea* A. et E. S. Gepp auf Schlamm Boden im Indischen Ozean.

3. **Pseudochlorodesmis** Börgesen, Marine Algae from the Canary Island in Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3 (1925) 77, Fig. 30—34. (*Bryopsis* Zanardini, Saggio di classificazione nat. Ficee usw. [1843] 60; ? *Derbesia* Ardissonne, Phycologia mediterranea,

Parte II [1886] 161). — Thallus dicht polsterförmig, nicht inkrustiert, aus kriechenden, unregelmäßig eingeschnürten, dichotom-subdichotom verzweigten, filzartig verworrenen Basalfäden bestehend, von welchen sich aufrechte, völlig freie Sprosse erheben. Die Kriechfäden sind durch Rhizoiden befestigt. Die vertikalen Fäden sind zylindrisch, nur an der Basis bisweilen mit einigen Einschnürungen versehen, spärlich dichotom-subdichotom verzweigt, meist nur an den oberen Enden. Die Chromatophoren bilden kleine, oval-rundliche, parietale Platten, die besonders in den oberen Enden der Fäden massenhaft vorkommen. Pyrenoid fehlt; Stärke vorhanden. Reproduktion unbekannt.

Nur 1 Art, *P. furcellata* (Zanard.) Börgesen (= *Bryopsis furcellata* Zanard., *Derbesia* [?] *furcellata* Ardissoni, *Derbesia Penicillum* Vickers?) an Felsen, Kalkalgen usw. im Mittelmeer und an den Kanarischen Inseln.

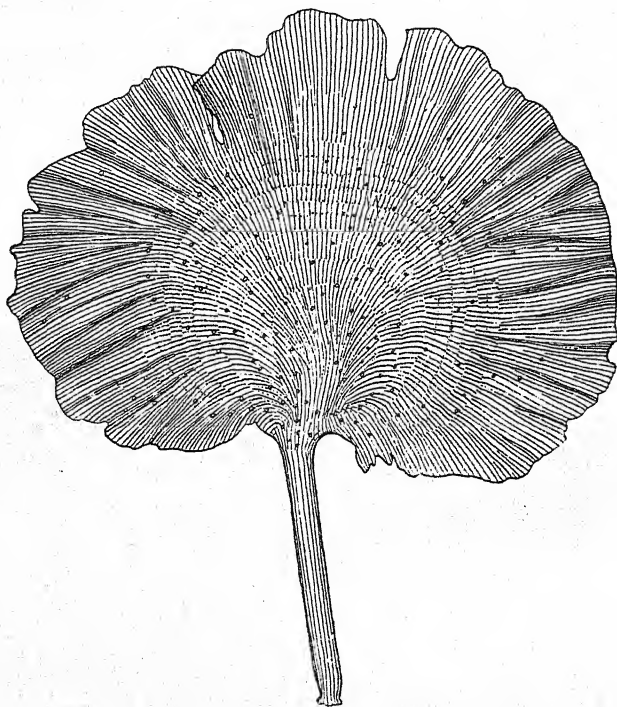


Fig. 243. *Avrainvillea asarifolia* Börgesen. (Nach Börgesen, ca. $\frac{3}{4}$ GröÙe.)

4. *Chlorodesmis* Bailey et Harvey, Nereis Boreali-Americana, P. III (1858) 29. (Inkl. *Avrainvillea* Murray et Boodle p. p., A systemat. and structur. Account of *Avrainvillea* in Journ. of Botany XXVII [1889] No. 315; *Rhytosiphon* Brand, Üb. einige neue Grünalgen aus Neuseeland und Tahiti in Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XXIX [1911] 138, Tab. VII, Fig. 1—8). — Die kriechenden, zylindrischen, verzweigten, hier und da eingeschnürten, gegenseitig völlig freien Fäden lassen aufrechte Elemente hervorgehen, die bisweilen zu einem dicken, aber kurzen, oft undeutlichen, farblosen, schwammigen und verfilzten Stiel verflochten sind, der seitwärts in einen ansehnlichen Schopf grüner, fast pinselartig geordneter Fäden aufgelöst ist. Die Verflechtung ist eine sehr lockere, der Thallus ist nicht inkrustiert und mittels farbloser Rhizoiden befestigt. Sonstiges unbekannt.

3 Arten, *Chl. comosa* Bailey et Harvey (= *Avrainvillea comosa* Murr. et Boodle), *Chl. major* Zanardini und *Chl. Hildebrandtii* A. et E. S. Gepp (= *Chl. comosa* Hauck = *Chl. caespitosa* Murr. et Boodle) im Indischen und Stillen Ozean.

5. *Avrainvillea* Decaisne in Ann. Sc. Nat., Paris, Sér. II, T. XVIII (1842) 108 (Fig. 240 und Fig. 243). (Inkl. *Fradelia* Chauvin, Recherches sur l'Organisation etc. de plusieurs Genres d'Algues [1842] 124; *Chloroplegma* Zanardini, Plantarum in mari rubro collect. enumerat. in Mem. R. Istituto Veneto, Parte II, Vol. VII [1858] 290). — Thallus von

dunkelgrüner bis bräunlichgelber Farbe, fächerförmig (nur 1 Art, *A. Rawsoni*, keulenförmig), meist deutlich gestielt, selten ungestielt. Der Stiel ist dicker oder dünner, rund oder plattgedrückt, zuweilen geflügelt, einfach oder dichotomisch-unregelmäßig verzweigt, durch hyaline Rhizoiden befestigt und trägt am oberen Ende eine ganzrandige oder gelappte, etwas unregelmäßig begrenzte, plattgedrückte, dickere oder dünnere, recht vielgestaltete Fahne, die bisweilen Zonenbildung aufweist. Der ganze Thallus ist nicht inkrustiert und besteht aus \pm dicht verfilzten, dichotomisch verzweigten, zylindrischen oder regelmäßig eingeschnürten (moniliformen), völlig freien Fäden, die oberhalb der Verzweigungsstellen deutlich verengt sind. Eine Rindenschicht von besonders umgeformten Zellabschnitten fehlt. Die Chromatophoren sind klein, spindelförmig-rundlich, ohne Pyrenoid oder mit 1 oder 2 Pyrenoiden versehen. Assimilationsprodukt ist Stärke. Vermehrung durch 1—8 Aplanosporen (?), die in keulenförmigen, terminal aus den Zellen des Flagellums entstehenden Sporangien gebildet werden.

18 Arten in den tropischen Meeren, z. B. *A. nigricans* Decaisne, *A. Mazei* Murray et Boodle, *A. canariensis* A. et E. S. Gepp, *A. sordida* Murray et Boodle, *A. asarifolia* Börgesen sämtlich im tropischen Teil des Atlantischen Ozeans, während *A. erecta* (Berkeley) A. et E. S. Gepp, *A. pacifica* A. et E. S. Gepp u. a. im Indischen und Stillen Ozean vorkommen.

6. Rhipillopsis A. et E. S. Gepp, The Codiaceae of the Siboga Exped. (1911) 45 (Fig. 242, 2). (*Udotea* J. Agardh p. p., Till Algermes Systematik VIII in Lunds Univ. Årsskr. Tom. XXIII, 74). — Thallus nicht inkrustiert, kurz gestielt, schief trichter- bis fächerförmig, ohne Rindenschicht. Stiel wie Blatt dünn, letzteres ohne oder nur selten mit Zonenbildung, ganzrandig oder gelappt. Der ganze Thallus ist filzig, aus locker verflochtenen, dünnwandigen, wiederholt dichotomisch verzweigten, ausgespreizten Fäden bestehend, die durch kurze und oft ungleich lange Seitenfortsätze benachbarter Längsfäden, welche aufeinandertreffen, als ob sie kopulieren wollten, miteinander fest verkettet sind. Die Fortsätze verschmelzen nicht, sondern bleiben stets durch eine Wand getrennt, und in älteren Thallusteilen zerfällt häufig wieder diese Verbindung und hinterläßt zahlreiche, deutlich wahrnehmbare Fortsätze an den Fäden. Die Fäden sind zylindrisch, unmittelbar oberhalb der Verzweigungen deutlich eingeschnürt, die jungen terminalen Ästchen meist angeschwollen.

1 Art, *R. peltata* (J. Ag.) A. et E. S. Gepp (= *Udotea peltata* J. Ag.) im Indischen Ozean bei Port Phillip Head, Australien.

7. Rhipilia Kützinger, Tab. Phycolog., Bd. VIII (1858) 12 (Fig. 244). (*Avrainvillea* Crouan p. p. in Mazé et Schramm, Algues de la Guadeloupe, ed. II, 89; *Udotea* auct. pl.). — Thallus nicht inkrustiert, fast von Gestalt einer *Avrainvillea*, bisweilen von einem kriechenden Rhizom emporsteigend. Blatt dünn oder dick, recht vielgestaltet, bisweilen konzentrisch gezont, ohne Rindenschicht, besteht aus locker filzig verflochtenen, zylindrischen, leicht und unregelmäßig verengten, wiederholt dichotomisch, bisweilen trichotomisch verzweigten Fäden, welche kurze pseudolaterale Ästchen tragen, die an der Spitze in 2—6 gespaltene tenacula geteilt sind, die sich auf irgendwelchen Nachbarfäden verankern. Die Fäden oberhalb der Verzweigungen meist nicht verengt.

3 Arten, *R. tomentosa* Kützinger (= *Avrainvillea laetevirens* Crouan = *Udotea tomentosa* Murray) und *R. tenaculosa* A. et E. S. Gepp (= *Udotea conglutinata* Dickie) im Atlantischen Ozean

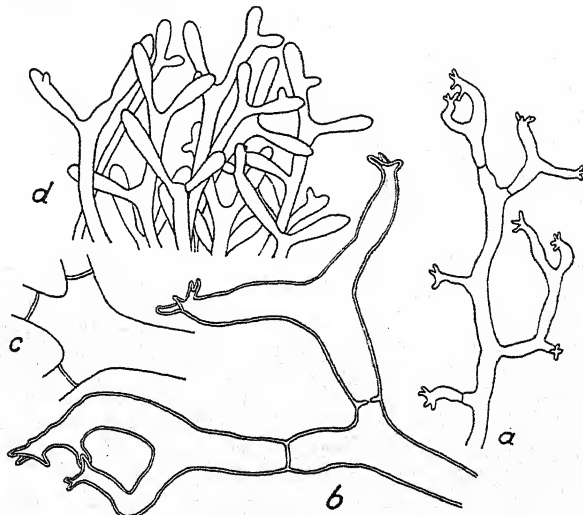


Fig. 244. *Rhipilia tomentosa* Kütz. a, b Fäden in der Nähe der Thallusoberfläche; c trichotomisch geteilter Faden; d Oberfläche des Thallus. (Nach Börgesen, a und d ca. 25/1, b und c ca. 70/1.)

(Westindische und Kanarische Inseln), während *R. orientalis* A. et E. S. Gepp im Indischen Ozean gefunden ist.

8. *Flabellaria* Lamouroux in Ann. Mus. Hist. Nat., Paris, Vol. XX (1813) 274 (Fig. 245). (Inkl. *Udotea* auct. pl. p.). — Thallus entweder fächerförmig und gestielt oder büschelige, *Chlorodesmis*-ähnliche Rasen bildend. Rhizom verzweigt, kriechend, farblos, monosiphon. Stiel dünn, drehrund, einfach, bisweilen gabelig, selten an der Basis schwach inkrustiert, aus annähernd parallelen, büscheligen, leicht verflochtenen, dichotomisch verzweigten Fäden gebildet, welche meist zahlreiche, laterale, kurze, abgestutzte, zu einer Rindenschicht vereinigte Ästchen tragen. Das Blatt dünn, die Fäden aus dem Stiele ver-

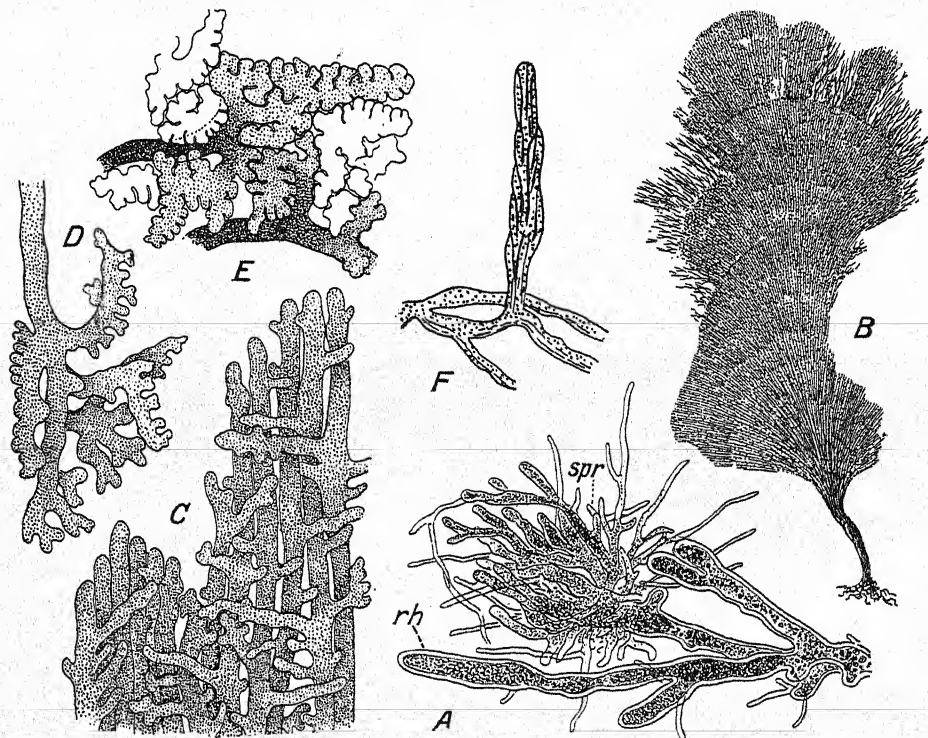


Fig. 245. A—E *Flabellaria petiolata* Trevisan. A Rhizom (rh) mit Sproßanlagen (spr); B austreibendes Exemplar; C Stück vom Sproßrande, Längsfäden mit jungen Quersfäden; D gelapptes Ende eines Quersfadens frei präpariert; E dieselben in Zusammenhang, von der Thallusfläche gesehen. — F *Flabellaria minima* (Ernst) A. et E. S. Gepp, Anlage des aufrechten Sprosses.

(A—E nach Oltmanns, F nach Ernst.)

zweigen sich in dem Blatte wiederholt dichotom, monostomatisch oder distromatisch ausstrahlend, entweder frei oder mittels tenacula verkettet und mit einer monostomatischen Rindenschicht umgeben, welche aus senkrecht gegen die Oberfläche gestellten, ungegliederten, kurzen Ästchen gebildet wird, deren lappenförmige Verzweigungen sich eng aneinanderlegen. Kugelige, laterale, dem Blatt ansitzende Gebilde sind wahrscheinlich Sporangien, aber sie sind noch nicht genügend bekannt.

2 Arten, *Fl. minima* (Ernst) A. et E. S. Gepp (= *Udotea minima* Ernst) im Mittelmeer bei Neapel (Posilipo) und *Fl. petiolata* Trevisan im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean an den Kanarischen und Kapverdischen Inseln.

9. *Cladocephalus* Howe in Bull. Torrey Bot. Club, Vol. XXXII (1905) 569 (Fig. 246). — Thallus nicht inkrustiert, gestielt, von wechselnder Gestalt, pinsel-, fächer- oder schief trichterförmig, berindet. Stiel einfach oder verzweigt, lang oder kurz, durch dichte Rhizoiden befestigt. Der Markteil besteht aus annähernd parallelen, spärlich verzweigten, zylindrischen, an den Verzweigungen nicht verengten Zentralfäden, die vom Scheitel des Stiels in den blattartigen Teil des Thallus bis zum oberen Ende desselben strahlig diver-

gieren. Diese Zentralfäden teilen sich wiederholt; das eine der dadurch gebildeten Ästchen läuft als Zentralfaden weiter, während das andere dagegen pseudolateral und immer dünner wird, sich wiederholt unregelmäßig teilt und die dicht verflochtene labyrinthische Rindenschicht bildet.

3 Arten, *Cl. scoparius* Howe und *Cl. luteofuscus* Börgesen in dem tropischen Teil des Atlantischen Ozeans und *Cl. excentricus* A. et E. S. Gepp im Indischen Ozean.

10. **Callipsygma** J. G. Agardh, Till Alg. Syst., Vol. V (1887) 65 (Fig. 247). — Thallus flach, federförmig, nicht inkrustiert. Stiel dunkelgefärbt, plattgedrückt, zweiseitig, spärlich

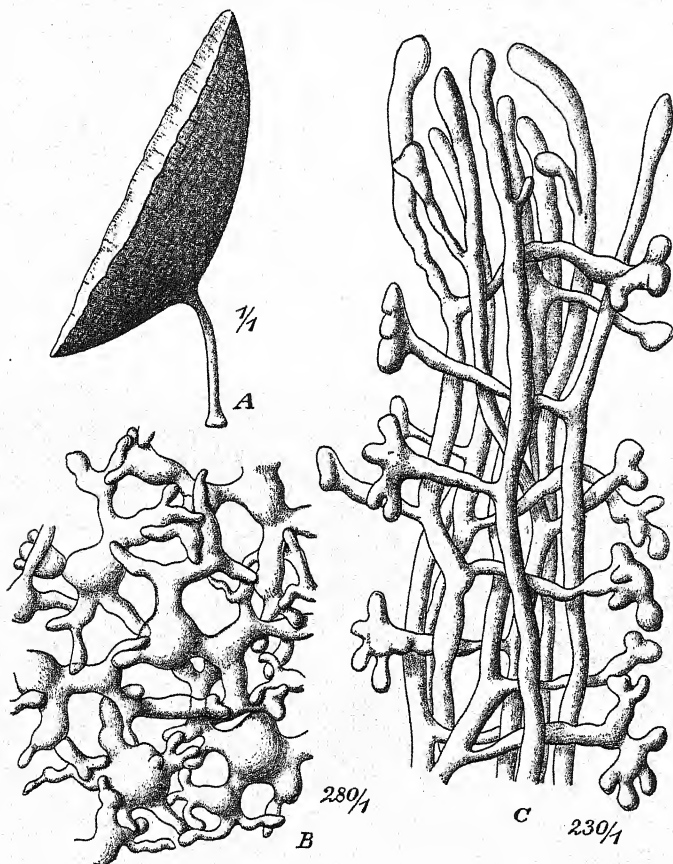


Fig. 246. A—C *Cladocephalus excentricus* A. & E. S. Gepp. A Ein Exemplar in natürlicher Größe von der Seite gesehen; B Oberflächenschnitt vom Thallus, die Pseudokortikalschicht zeigend; C Längsschnitt nahe der Spitze, die jungen Zellverzweigungen zeigend. (Nach A. und E. S. Gepp, B 280/1, C 230/1.)

verzweigt und im oberen Teile an der Kante dünn zusammenhängende, federförmig ausgefranste Säume aussendend, welche aus zahlreichen, fast parallelen, wiederholt dichotomisch verzweigten Fäden bestehen. Fäden in bestimmten Zwischenräumen eingeschnürt, besonders oberhalb der Verzweigungen.

1 Art, die bisher nur durch ein einziges Exemplar bekannt ist, *C. Wilsoni* J. G. Ag. bei Port Phillip Head, Melbourne, Australien.

II. Udoteae.

Thallus ganz oder teilweise inkrustiert, berindet, gestielt, pinsel-, fächer- oder trichterförmig. Stiel entweder monosiphon oder aus mehreren annähernd parallelen Fäden gebildet. Inkrustation entweder durch eine die Fäden umgebende poröse Kalkmasse, die die Elemente verkittet, oder dadurch, daß Zweiglein, die radiale Wände der Rindenschicht

bilden, mit Kalk inkrustiert werden. Vermehrung durch 2geißelige Schwärmsporen, die in großer Anzahl in kugeligen Sporangien entstehen, welche terminal an freien, ein- oder mehrmals dichotom verzweigten Sporangioophoren aus den Kanten der Thalli hervorgehen.

11. **Tydemania** Web. van Bosse in Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, Sér. II, 2 (1901) 139 (Fig. 248). (Inkl. *Rudicularia* Heydrich, Ein neues Gen. d. Valoniaceen in Flora, Bd. 92 [1903]). — Thallus von Kalk leicht inkrustiert, ohne Rindengewebe, bestehend aus einer monosiphonen, zylindrischen, mit Einschnürungen versehenen, einfachen oder verzweigten, kriechenden oder aufrechten, mit Rhizoiden befestigten Achse, welche Zweige trägt, die entweder zu Knäueln vereinigt oder fächerförmig angeordnet sind. Die Zweige teilen sich wiederholt dichotomisch in verschiedenen Richtungen in sehr ausgebreitete, ineinander verwachsene, zusammenhängende Häufchen oder Ringe, oder sie teilen sich durch wiederholte Dichotomie in einer einzigen Richtung in aufgerichtete, vereinigte, fächerförmige Blättchen. Vermehrung durch vegetative Teilung und durch Aplanosporen.

2 Arten, *T. expeditionis* Web. van Bosse (= *Rudicularia penicillata* Heydr.) im Stillen und Ostindischen Ozean und *T. Gardineri* A. et E. S. Gepp im Indischen Ozean.

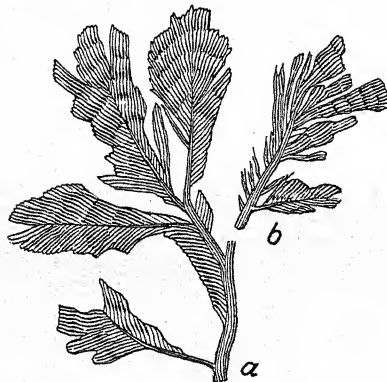


Fig. 247. *Callipsygma Wilsoni* J. G. Ag. Pflanze in natürlicher Größe. a Aus dem Herbarium in Lund; b aus dem British Museum. (Nach A. und E. S. Gepp.)

zusammengedrückt, hat Mark- und Rindenschicht. Die Festigkeit im Stiele wird dadurch erhöht, daß die Einzelfäden mittels seitlicher Auswüchse sich umeinanderwinden. Der Wurzelteil besteht aus zahlreichen, hyalinen, dichotomisch geteilten, dickeren und dünneren Zellverzweigungen. Die Vermehrungsorgane, welche möglicherweise seitenständige runde oder ovale Zoosporangien sind, nicht näher bekannt.

7 Arten in den tropischen Meeren, die meisten im Atlantischen Ozean bei Westindien und Florida. Nur *P. mediterraneus* Thur. (= *Espera mediterranea* Dene.) im Mittelmeere, *P. nodulosus* Blainville und *P. Sibogae* A. et E. S. Gepp im Indischen und Stillen Ozean.

13. **Rhipocephalus** Kützinger, Phycolog. Gen. (1843) 311 (Fig. 250). (Inkl. *Halipsygma* Endlicher, Gener. plant. suppl. III [1843] 18; *Corallina* Ellis et Solander, 126, Tab. 25, Fig. 2, 3; *Nesaea* Lamouroux, Expos. meth. 22, Tab. 25, Fig. 2, 3; *Penicillus* Lamarck, Ann. Mus., T. 20, 299; Decaisne, Corall. 98; *Udotea* Crouan in Mazé et Schramm, Alg. Guadel. 87). — Der rundliche inkrustierte Stiel ist einfach, von wechselnder Länge und wird aus zahlreichen Längsfäden gebildet, welche am Scheitel gemeinsam wachsen. Nach vorausgegangener Gabelung der Fäden dieser Rachis biegen sich viele ohne bestimmte Ordnung seitlich durch die Rindenschicht aus, teilen sich dann wiederholt dichotomisch in einer Ebene und wachsen zu kleinen Fächern zusammen oder können auch gegenseitig ± frei bleiben. Die Zentralachse wird dadurch von zahlreichen nach allen Richtungen ausgehenden kleinen Flabellen fast überdacht. Bisweilen können auch benachbarte Fächer miteinander zu Ringen seitlich verwachsen. Die Fächer entwickeln sich akropetal. Vermehrung unbekannt.

2 Arten, *R. phoenix* (Ellis et Solander) Kützinger (= *Corallina Phoenix* Ellis et Solander = *Nesaea Phoenix* Lamx.) und *R. oblongus* (Decaisne) Kützinger (= *Penicillus oblongus* Decaisne) an den Bahama-Inseln, den Antillen und Florida.

12. **Penicillus** Lamarck in Ann. Mus. Hist. Nat. Paris, Vol. XX (1813) 297 (Fig. 239 und Fig. 249). (Inkl. *Coralliodendron* Kützinger, Polypiers calcifères [1841] 11; *Corallocephalus* Kützinger in Linnaea XVII [1843] 95; *Espera* Decaisne in Ann. Sc. Nat. II Ser. Tom. XVIII [1842] 111; *Haligraphium* Endlicher, Gener. plant. suppl. III [1843] 18; *Nesaea* Lamouroux, Exp. [1812] 22; *Poropsis* Kützinger, Tab. Phyc. VI, 29, Tab. 85, Fig. 1; *Bryopsis* Zanardini, Icon. Phyc. Adriat., Tab. 72, Fig. A). — Thallus pinselförmig, deutlich gestielt, die älteren Teile stark inkrustiert. Der Scheitel besteht aus dichotomisch verzweigten, voneinander freien und nach allen Seiten gekehrten, etwas zugespitzten Fäden, die durch starke Einschnürungen in kürzere oder längere Zellabschnitte geteilt sind. Der Stiel, beinahe stets einfach, nur selten dichotomisch verzweigt, je mit einem Köpfchen, ist rund oder etwas

14. **Udotea** Lamouroux in Nouv. Bull. Sc. Soc. Philom. Paris, Vol. III (1812) 186. (Inkl. *Rhipozonium* Kützing, *Polypiers calcifères* [1841] 21; *Rhipidosiphon* Montagne in D'Urv., Voyage au Pole Sud [1842] 22; *Flabellaria*, *Corallina* auct. pl.). — Der Thallus, der selten stark inkrustiert ist, besteht aus einem oft kriechenden und verzweigten Stiele, welcher eine einfache, flache und oft keilförmige Fahne trägt, die oben gelappt ist oder

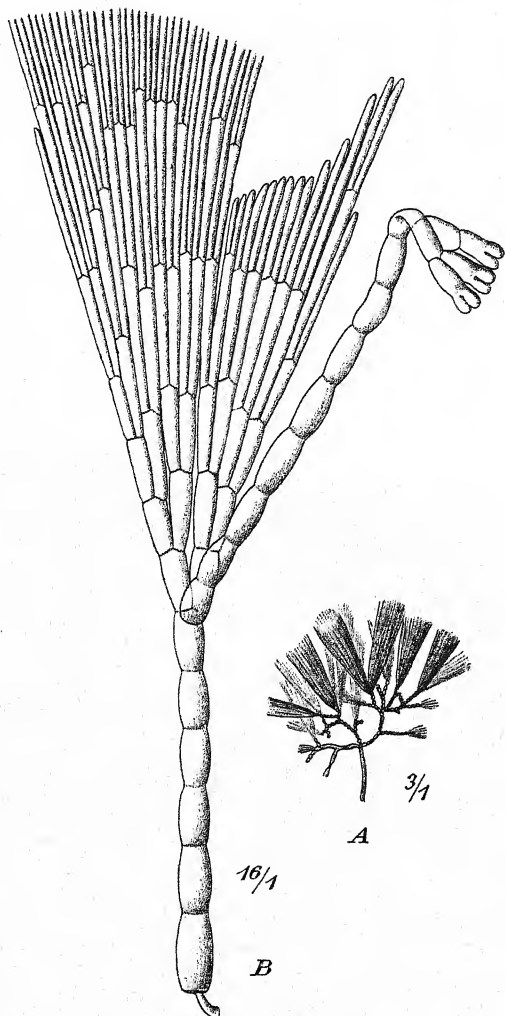


Fig. 248. A, B *Tydemania expeditionis* Web. v. Bosse. Verzweigtes Exemplar mit vielen Flabellen. B ein einzelnes Flabellum. (Nach A. und E. S. Gepp, A 3/1, B 16/1.)

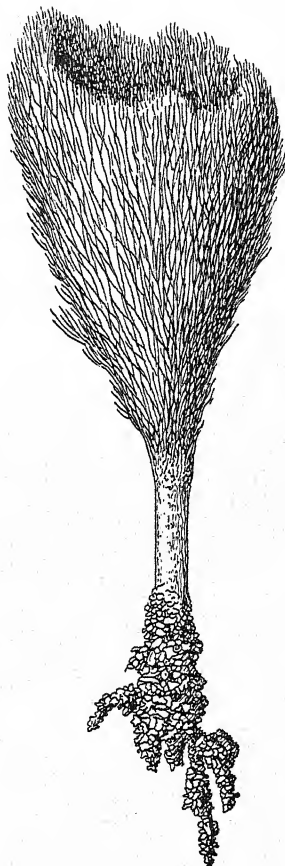


Fig. 249. *Penicillus pyriformis* A. et E. S. Gepp. (Nach Bürgesen, etwa natürliche Größe.)

einen unregelmäßig geteilten, zuweilen mit Prolifikationen versehenen Rand hat. Der Stiel und seine Stielchen sind rund oder etwas zusammengedrückt, unten durch farblose Rhizoiden befestigt, bestehen aus mehreren parallelen, di-, selten trichotomisch verzweigten, zylindrischen, verschlungenen und verflochtenen zentralen Fäden (selten monosiphon), die sich in die Fahne nebeneinander in einer Ebene strahlig ausbreiten. Die Längsfäden werden durch kurze oder längere, sehr verschieden gestaltete Seitenzweige, die sich quer über die Längsfäden legen, miteinander verkettet; viele derselben treten auch mit ihren Spitzen zwischen den Längsfäden an der Peripherie aus, wo sie \pm unregelmäßig-lappig

auswachsen. Die Lappen legen sich aneinander oder greifen auch zackig ineinander und bilden dadurch eine Rindenschicht. Während der Stiel immer berindet sein dürfte, gibt es gewisse Arten, bei denen die Flabellen unberindet erscheinen, da sie nur aus einer oder mehreren Lagen von Längsfäden gebildet sind. Querwände kommen nicht vor, hier und da aber, besonders jedoch an den Verzweigungsstellen, finden sich Einschnürungen in den Verzweigungen der Markschrift. Vermehrungsorgane unbekannt.

15 Arten in allen tropischen Meeren; von diesen ist *U. flabellum* Howe die weitest verbreit-

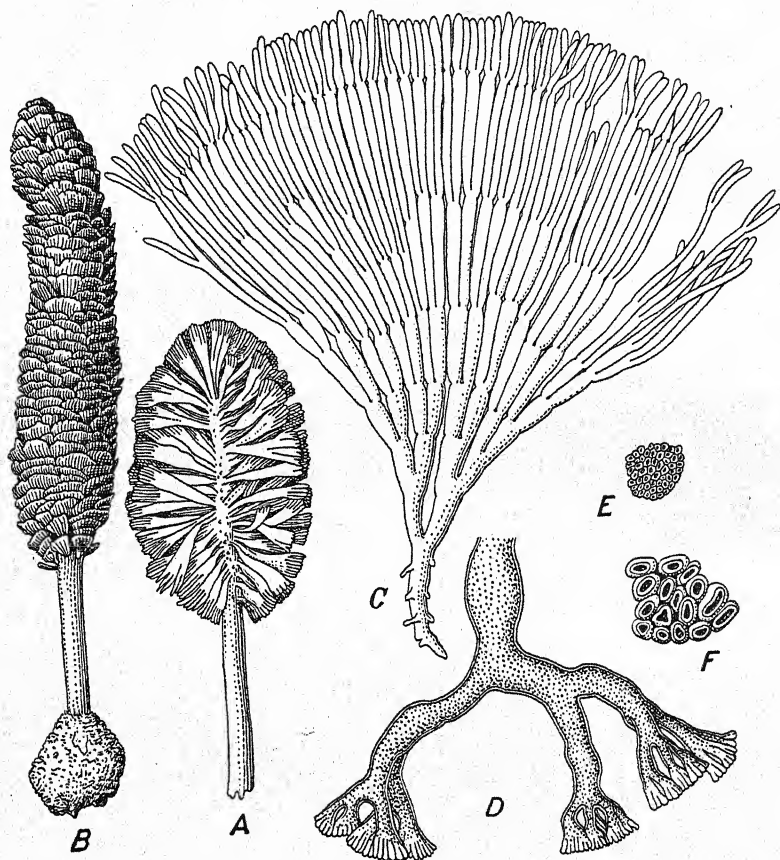


Fig. 250. A *Rhipocephalus phoenix* (Ellis et Solander) Kütz. f. *typica* A. et E. S. Gepp. — B—F *Rhipocephalus phoenix* f. *brevifolia* A. et E. S. Gepp. B Pflanze in natürlicher Größe; C fächerförmig, wiederholt dichotomisch verzweigter Ast; D Faden aus der Rindenschicht des Stieles, dichotomisch verzweigt, in schmale, abgestutzte Auszweigungen endend, welche die Rindenschicht bilden; E und F gelapptes Ende eines rindenschichtbildenden Fadens von oben gesehen, E vor, F nach Entkalkung. (Nach A. und E. S. Gepp. A und B natürliche Größe; C 15/1; D 83/1; E 83/1; F 225/1.)

tete, indem sie sowohl auf der westlichen wie auf der östlichen Halbkugel vorkommt, die übrigen dagegen entweder nur im Indischen und Stillen oder im Atlantischen Ozean. *U. orientalis* A. et E. S. Gepp geht südwärts bis Natal und nordwärts bis nach Japan. Es ist bemerkenswert, daß bisher keine einzige *Udotea*-Art im östlichen Teil des Atlantischen Meeres nachgewiesen wurde.

Sekt. I. *Palmettae* J. G. Ag., Till Algernes Systematik VIII, 70. Fahne deutlich fächerförmig, einfach, Zellverzweigungen der Markschrift in einer Ebene und miteinander zusammengewachsen, beinahe ohne Rindengewebe und schwach inkrustiert. *U. glaucescens* Harv.

Sekt. II. *Incrustatae* J. G. Ag., l. c. 72. Fahne deutlich fächerförmig, einfach, Zellverzweigungen der Markschrift in mehreren Reihen, die gebogen und miteinander vereinigt sind und von denen sich besonders die äußere inkrustiert erweist. Rindengewebe fehlt. *U. conglutinata* (Sol.) Lamx. (= *Flabellaria conglutinata* Lamck.).

Sekt. III. *Corticatae* J. G. Ag., l. c. 75. Fahne weniger deutlich fächerförmig und aus mehreren Lappen bestehend, Zellverzweigungen des Markgewebes gebogen und in mehreren Reihen, die voneinander getrennt sind; Rindengewebe vorhanden. Vollständig inkrustiert. *U. flabellata* (Lamx.) J. Ag. (= *Corallina flabellum* Sol.).

15. *Halimeda* Lamouroux in Bull. Philom. (1812) (Fig. 238 und Fig. 241). (Inkl. *Bortryophora* Bompard non J. Ag., *Algae novae* dit. gen. in Hedwigia No. 9 [1867] 129; *Corallina*, *Flabellaria* und *Sertolara* auct. pl.). — Der Thallus, welcher unten an einem kurzen Stiele mittels farbloser Rhizoiden festsetzt, ist in seinen äußeren Teilen stark inkrustiert und aus herz- oder nierenförmigen, etwas plattgedrückten Gliedern zusammengesetzt, die oft in einer Ebene ausgebreitet liegen und di-, tri- oder polychotomisch mittels äußerst kurzer Stiele vereinigt sind, wodurch fast *Opuntia*-artige Thalli entstehen. Die Inkrustation tritt wenig hervor zwischen den Gliedern des Thallus, welche deshalb beweglich bleiben. Die Glieder bestehen aus Mark- und Rindenschicht. Die Thalli wachsen akropetal. Ein neues Glied geht aus einem alten hervor, indem Längsfäden aus den apikalen Rändern desselben hervorbrechen und sich dichotom in einer Ebene oder gemäß der Gestalt der Glieder der nämlichen Art verzweigen. Die Ebene der \pm abgeflachten Glieder ist durch die Fläche des alten Muttergliedes gegeben; die Fäden breiten sich strahlig aus, und durch später hervorbrechende Zweiglein, die von den Zentralfäden senkrecht gegen die Peripherie ausgehen und sich wiederholt verzweigen, wird eine kontinuierliche, aus Geckigen Facetten bestehende Rindenschicht gebildet; später verkalken die radialen Wände der Facetten. Das Gelenk zwischen den einzelnen Gliedern besteht nur aus Längsfäden, welche der Zweigbildung entbehren; die Zellen verdicken sich und stellen hier gleichsam ein Bündel sklerenchymatischer Elemente dar. Querwände fehlen den Fäden, Einschnürungen aber finden sich im allgemeinen an den Verzweigungen. Die kugelligen oder keulenförmigen Sporangien (?) in büschelig geordneten, traubenähnlichen Sporangienständen an den Kanten der Glieder können nach einer vorausgegangenen Fusion zweier Fäden des zentralen Stranges entstehen. Schwärmsporen (?) eiförmig, mit 2 Geißeln in dem farblosen Vorderende; ihre Keimung unbekannt. Andere Fortpflanzungsorgane unbekannt.

15 Arten in tropischen und temperierten Meeren. *H. Tuna* kommt im Mittelmeer häufig vor.

Sekt. I. *Tunae* J. G. Ag., Till Algernes Systematik VIII, 80. Weniger inkrustiert, aufsteigend oder aufrecht stehend; Glieder platt, ohne Nerven und ungefähr nierenförmig. *H. Tuna* (Eil. et Sol.) Lamx.

Sekt. II. *Pseudo-opuntiae* J. G. Ag., l. c. 82. Stark inkrustiert, ausgebreitet, obere Glieder kreisrund oder nahezu nierenförmig, platt, ohne Nerven und zumeist zu langen, einfachen Ästen verbunden. *H. gracilis* Harv.

Sekt. III. *Opuntiae* J. G. Ag., l. c. 83. Stark inkrustiert, ausgebreitet oder kugelförmig, stark verzweigt, obere Glieder nierenförmig und im allgemeinen an der oberen Kante eingeschnitten, mit oder ohne Nerven. *H. Opuntia* (L.) Lamx. (= *Corallina Opuntia* L.).

Sekt. IV. *Rhipsales* J. G. Ag., l. c. 86. Stark inkrustiert, aufrecht, Glieder dick und rund oder plattgedrückt, mit keilförmiger Basis, länger als breit, mit oder ohne Nerven. *H. in-crassata* (Eil.) Lamx.

III. Codiaceae.

Thallus schwammig, kugelig, krustenförmig oder zylindrisch, einfach oder dichotomisch verzweigt, aus verzweigten und lose verfilzten Fäden bestehend, die senkrecht abstehende, keulenförmige, periphere Schläuche durch Diaphragmen abgrenzen; diese Schläuche bilden eine besondere Rindenschicht. Befruchtung durch Kopulation von größeren ♀ und kleineren ♂ Gameten.

16. *Codium* Stackhouse, Nereis britannica (1797) XVI (Fig. 251). (Inkl. *Lamarckia* Olivi, Zool. adriat. [1792] 258, Tab. 7; *Spongodium* Lamouroux in Ann. du Muséum XX [1813] 288; *Acanthocodium* Suring., *Algae japonicae* [1870] 23; *Agardhia* Cabrera in Act. phys. Lund. [1823] 99; *Raphiolepa* J. Agardh, *Fucus* auct. pl.). — Thallus nicht inkrustiert, von sehr verschiedener Gestalt: krustenförmig, schwammförmig, polsterförmig, kugel-, birn- oder eiförmig und dem Substrat mit der Unterseite oder einem Büschel verflochtener Haftfäden ansitzend oder aufrecht (einige Arten kriechend), zylindrisch oder flach, \pm verzweigt, dem Substrat nur mit der Basis (die kriechenden Arten auch an den Berührungsstellen) anhaftend. Die Arten der Sektion *Bursae* (vgl. unten) mit einem zentralen, oft von \pm verflochtenen Fäden durchzogenen Hohlraum. Thalli zuweilen aus den Rändern proliferierend. Thallus aus mannigfach gestalteten, peripherischen Palissadenschläuchen (Blasen) und schmalen, inneren oder zentralen Verbindungs- und Markschläuchen (Zentralfäden) be-

stehend. Blasen gegen die Zentralfäden durch Pfropfen abgeschlossen und oft an der Spitze mit Haaren versehen. Geschlechtliche Fortpflanzung durch 2geißelige Heterogameten, die bei ihrer Kopulation eine runde, dickwandige, aber sofort keimende Zygote liefern. Gametangien ei- oder spindelförmig, zu 1 bis mehreren an den Blasen. Mono- oder diözisch. Bei einigen Arten auch Vermehrung durch Brutkörper, selten durch losgelöste Thallusstücke.

43 Arten in allen Meeren, mit Ausnahme der Arktis. Ihre Nordgrenze erreicht die Gattung in Alaska und an den Küsten Norwegens bei etwa 63° nördl. Br., und südwärts dringen ihre Vertreter bis nach Kap Horn und Kerguelen vor.

Sekt. I. *Adhaerentia* J. G. Ag., Till Algernes Systematik VIII, 37. Thallus krustenförmig, häutig bis lederartig fest oder schwammig locker, auf dem Substrat flach ausgebreitet und ihm mit der ganzen Unterseite oder deren größtem Teil anhaftend, Blasen stets verzweigt; z. B. *C. adhaerens* (Cabr.) Ag. im Atlantischen und im Indischen und Stillen Ozean.

Sekt. II. *Bursae* J. G. Ag., l. c. 38. Thallus ± kugelig, birnförmig oder oval, mit innerem Hohlraum, dem Substrat durch ein Rhizoidbüschel oder »Stielchen« anhaftend, Blasen stets unverzweigt; z. B. *C. bursa* (L.)

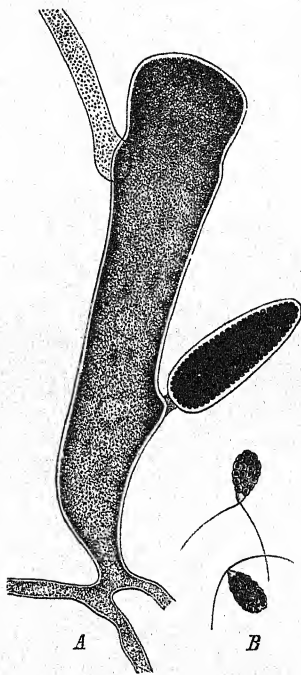


Fig. 251. *Codium tomentosum* (Huds.) Stackh.
A Eine Blase vom Rindengewebe mit einem Makrogametangium; B Makrogameten. (Nach Thuret, A 65/1, B 330/1.)

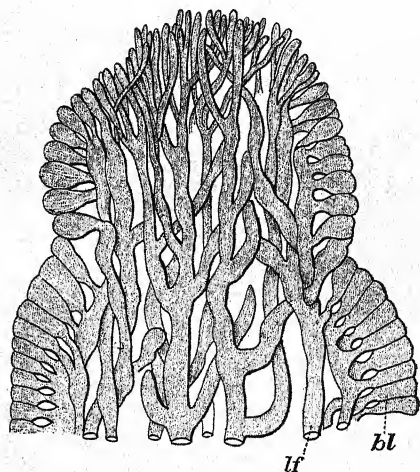


Fig. 252. *Pseudocodium de Vriesii* Web. v. Bosse.
Längsschnitt durch den Scheitel; *lf* Längsfäden, *bl* Rindenschicht. (Nach F. Oltmanns.)

Ag. im Mittelmeere und angrenzenden Teile des Atlantischen Ozeans, nordwärts bis England und Island, südwärts bis zu den Kanaren.

Sekt. III. *Tomentosa* J. G. Ag., l. c. 39. Thallus aufrecht oder kriechend, stielrund und mit ebensolchen Segmenten, regelmäßig dichotomisch oder unregelmäßig dichotomisch verzweigt, Blasen unverzweigt; z. B. *C. tomentosum* (Huds.) Stackh. allgemein verbreitet, nur in der Arktis fehlend.

Sekt. IV. *Elongata* J. G. Ag., l. c. 45. Thallus aufrecht oder kriechend, stielrund oder ± abgeflacht, unterhalb der Verzweigungen keilförmig verbreitert und abgeplattet oder ganz abgeplattet oder ganz flach, schmal bis breit keil-, band- oder lappenförmig, wenn verzweigt, mit ebensolchen Segmenten, Verzweigung regelmäßig dichotomisch oder unregelmäßig dichotomisch, Blasen stets unverzweigt; z. B. *C. decorticatum* (Woodw.) Howe (= *C. elongatum* J. G. Ag.) fast kosmopolitisch verbreitet, fehlt nur in der Arktis, der Nordsee und an der pazifischen Küste Amerikas (Ausnahme La Paz in Kalifornien).

17. *Pseudocodium* Weber van Bosse in Journ. of Linn. Society Botany, Vol. XXXII (1895) 209 (Fig. 252). — Thallus dem von *Codium* (z. B. *tomentosum*) sehr ähnlich, besteht aus einem Bündel zentraler, sich durch Spitzenwachstum verlängernder Längsfäden, welche unten wohl durch Schleim getrennt sind, oben aber fester zusammenschließen. Von diesen gehen seitlich kurze Äste ab, die sich nach auswärts kehren, und indem sie auf gleicher

Höhe endigen und an der Spitze blasig anschwellen, entsteht eine feste, fast pseudoparenchymatische, im Aufriß aus annähernd gleichen polygonalen Elementen aufgebaute Rindenschicht, fast wie bei *Halimeda*. Vermehrung und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Nur 1 Art, *P. de Vriesi* Weber van Bosse im Meere in Südafrika.

Derbesiaceae.

Mit 3 Figuren.

Wichtigste Literatur: A. J. J. Solier, Mém. s. deux algues zoosporées dev. formes un genre distinct, le genre *Derbesia* (Ann. d. sc. nat. Sér. 3, Botan. T. 7, Paris 1847). — G. Berthold, Zur Kenntnis der Siphonaceen u. Bangiaceen (Mitteil. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 2, Hft. 1, Leipzig 1880). — J. G. Agardh, Till Algernes Systematik. Nya bidr. 5 Afdeln. *Siphonaceae* (Lunds Univ. Årsskr. Bd. 23, Lund 1887). — J. de Toni, Sylloge Algarum. I. Patavii 1889, S. 423—427. — M. Golenkin, Algologische Notizen. Die fluoreszierenden Körper von *Derbesia Lamourouzi* (Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou 1895). — F. R. Kjellman, *Derbesia marina* från Norges nordkust (Bihang t. K. Sv. Vet. Akad. Handlingar Bd. 23, Afd. III, No. 5, Stockholm 1897). — A. Ernst, Zur Kenntn. d. Zellinhalte v. *Derbesia* (Flora B. 93, Marburg 1904); Die Assimilations- und Stoffwechselprodukte bei *Derbesia*-Arten (Verh. d. Schweizer naturf. Ges. 87, Vers. Wintherthur 1904). — B. M. Davis, Spore Formation in *Derbesia* (Annals of Botany, Vol. XXII, London 1908). — A. Weber van Bosse, Notice sur quelques Genres nouveaux d'Algues de l'Archipel Malaisien (Annales du Jardin Botan. de Buitenzorg, 2. Sér., Vol. IX, Leiden 1911); Liste des Algues du Siboga (Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanographisch en geologisch gebied, Monogr. LIXa, Leiden 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — W. A. Setchell and N. L. Gardner, The marine Algae of the Pacific Coast, II (University of California Publications in Botany, Vol. 8, No. 2, Berkeley 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — F. Börgesen, Marine Algae from the Canary Islands (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, V, 3, 1925).

Merkmale. Der Thallus ist in vegetativem Zustande meist nur 1zellig, einfach, unregelmäßig oder dichotomisch verzweigt und zeigt keine deutliche Differenzierung in Stamm und Blätter. Befruchtung unbekannt. Die Schwärmsporen, welche in kurzen, angeschwollenen, terminalen oder seitenständigen Ästen gebildet werden, sind rundlich-birnförmig und haben einen Kranz von Geißeln an der Grenze des farblosen Fleckes; andere Vermehrungsorgane unbekannt. An der Basis der Zweige und Zoosporangien können durch 2 Zellwände ganz kurze eigenartige Basalzellen abgetrennt werden.

Vegetationsorgane. Der meist einzellige Thallus hat kriechende, rhizomähnliche, zylindrische Sprosse, die durch kurze Hapteren an der Unterlage befestigt werden, oft mit unregelmäßigen Einschnürungen, von welchen sich vertikale Triebe in großen Massen erheben, wodurch Rasen von ziemlich dichtem Wuchs zustande kommen. Die aufrechten Fäden können derb, borstig sein oder zarter, einfach oder unregelmäßig verzweigt (bald spärlich, bald etwas reichlicher, oft dichotomisch), und zeigen, wenn man von den Zoosporangien absieht, die mit den Blättern von *Bryopsis* homolog sind, keine deutlich hervortretende Differenzierung in Hauptstamm und Seitentriebe (»Blätter«). Zuweilen können in den älteren Teilen (abgesehen von der Bildung von Zoosporangien) Querwände entstehen, doch findet dieses nur selten statt, und diese Wände zeigen auch keine bestimmte Stellung. Die Seitentriebe werden oft an ihrer Basis durch Doppelwände abgeschlossen, wodurch eine kleine Basalzelle gebildet wird. Die kleine Zelle kann bisweilen auch in dem Hauptstamm liegen, unmittelbar über der Stelle, wo die Seitentriebe inseriert sind (Fig. 253 B). Die Zellmembran ist dünn und nicht inkrustiert. In dem wandständigen Protoplasma

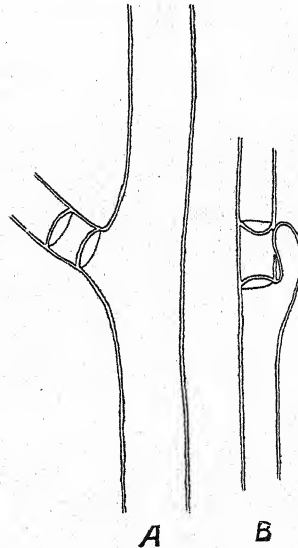


Fig. 253. *Derbesia marina* (Lyngb.) Kjellm. Basalteile von Seitentrieben, A mit der »Basalzelle«, wie normal, an der Basis des Zweiges, B mit den gebildeten Doppelwänden im Hauptstamm liegend. (Original, 240/1.)

finden sich viele Zellkerne und Kristalloide (z. B. bei *Derbesia Balbisiiana*). Die Chromatophoren bilden größere oder kleinere ovale Scheiben und können 1—3 Pyrenoide enthalten oder auch derselben ermangeln (*Derbesia neglecta*). *Bryobesia* hat bandförmige Chromatophoren mit 1 Pyrenoid. Das Assimilationsprodukt ist Stärke. In den Zellsaftvakuolen treten, wie bei *Bryopsis*, kugelige oder spindelförmige Eiweißkörper auf, die nach Golenkin die Fluoreszenz der *Derbesiae* bedingen. Oxalat kommt ebenfalls in schöner Ausbildung vor.

Ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt, soweit bekannt ist, nur durch Zoosporen. Die Zoosporangien bei *Derbesia* entstehen als kurze Seitentriebe (Äste), die keulen- oder kugel-

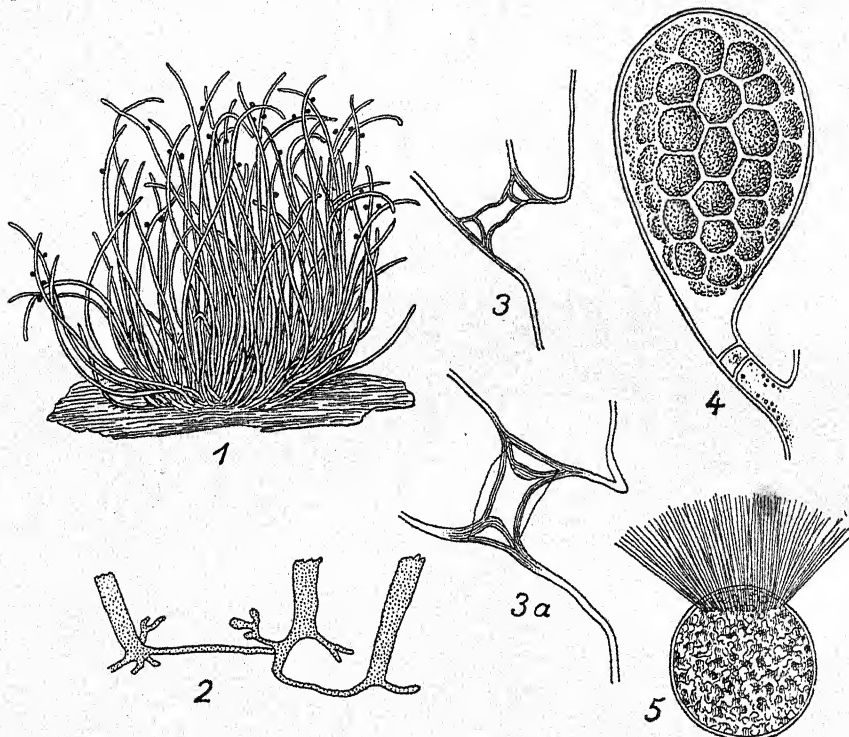


Fig. 254. 1—3 *Derbesia Lamourouzi* (J. Ag.) Sol. 1 Ein Rasen; 2 Rhizom und Sprosse; 3 Abgliederung des Sporangiums. — 4, 5 *D. marina* (Lyngb.) Kjellm. 4 Zoosporangium; 5 eine Zoospore. (1—3 nach Oltmanns; 4 nach Kuckuck; 5 nach Davis.)

förmig anschwellen und sich durch Doppelwände vom Hauptfaden abgrenzen (Fig. 254 4). Wie bei *Bryopsis* wird auch hier zuerst ein Ringwulst gebildet, und an diesen lagert sich von oben und von unten her eine Hautlamelle (Fig. 254 3, 3a) an, welche den völligen Abschluß nach beiden Seiten herbeiführt. Später wird der Raum zwischen den Lamellen von den Bestandteilen des gelösten Ringwulstes eingenommen. Die jungen Zoosporangien enthalten mehr Kerne, als später Zoosporen gebildet werden (bis zu mehreren tausend). Bei der Entstehung der Zoosporen werden einige Zellkerne vergrößert und bilden später den einzigen Zellkern in den Zoosporen, die übrigen sollen nach Davis degenerieren und wahrscheinlich den Blepharoplast bilden, aus welchem die Geißeln sich entwickeln, während nach Berthold eine Kernverschmelzung Platz greift; das Verhalten der Zellkerne bedarf daher erneuter Prüfung. Es werden in jedem Zoosporangium simultan 8—20 Zoosporen gebildet, die durch Auflösung der Spitze des Sporangiums frei werden. Sie sind relativ groß, beinahe kugelig, am Vorderende mit einem abgeflachten, etwas hervorragenden farblosen Fleck und am Rande des Fleckes mit einem Kranz von Geißeln versehen, ermangeln aber, wie es scheint, des roten Augenpunktes. Die Geißeln sitzen an einem Blepharo-

plasten, der nach Davis einen Doppelring darstellt, während die Geißeln aus dem untersten dieser Ringe entstehen sollen. Die Zoosporen enthalten mehrere plättchenförmige Chromatophoren, die gleichmäßig durch die ganze Plasmamasse verteilt liegen. Bei *Bryobesia* entstehen die Sporangien nicht seitlich, sondern terminal durch Anschwellen der oberen Enden der aufrechten Fäden, die dabei durch eine scheinbar gewöhnliche, einfache Querwand von den übrigen Teilen abgegrenzt werden (Fig. 255). In den Sporangien entstehen zahlreiche birnförmige Sporen, die aber nicht näher bekannt sind. Ob sie neutrale Zoosporen oder Gameten darstellen, ist noch im unklaren, ebenso das Verhalten der Geißeln usw.

Nach Entleerung der Sporen wächst aber hier der Faden in derselben Richtung weiter, indem das ursprünglich terminale Sporangium zur Seite geschoben wird und nun sekundär eine laterale Stellung einnimmt.

Das weitere Schicksal der Sporen ist sowohl bei *Derbesia* wie bei *Bryobesia* fast ganz unbekannt.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei keinem Vertreter dieser Familie nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. Die *Derbesiaceae* kommen nur in salzigem Wasser fest-sitzend an Steinen oder anderen Algen vor. Sie bevorzugen wärmere Meere, wandern aber auch in einzelnen Vertretern bis in die polaren Regionen.

Verwandtschaftsverhältnisse. *Derbesia* schließt sich in vegetativer Hinsicht sehr nahe an die weniger regelmäßig verzweigten *Bryopsis*-Arten an, unterscheidet sich aber von ihnen in fruktifikativer Hinsicht teils durch die Form der Zoosporangien, teils durch das Aussehen der Zoosporen, in welcher letzterer Hinsicht die Familie eine jedoch nicht besonders deutliche Übergangsform zu *Vaucheria* bildet. Da indessen ein Befruchtungsakt nicht bekannt ist, so dürfte es verfrüht sein, sich über die verwandtschaftlichen Verhältnisse mit Bestimmtheit zu äußern.

Nach den Entdeckungen von Davis hinsichtlich der Entwicklung der Zoosporen ist es höchstwahrscheinlich, daß die Derbesiaceen in Formen ihren Ursprung haben, die zahlreiche 2geißelige Zoosporen hatten. Die eigenartigen Zoosporen würden dann, ebenso wie bei *Vaucheria*, von einer späteren phylogenetischen Entwicklung herrühren.

Einteilung der Familie.

- A. Die Sporangien entstehen als seitliche Ausstülpungen der Hauptfäden 1. *Derbesia*.
B. Die Sporangien entstehen durch terminales Anschwellen der aufrechten Fäden . 2. *Bryobesia*.

1. *Derbesia* Solier in Ann. Sc. Nat. Paris, Sér. III, 7 (1847) 157 (Fig. 253 und Fig. 254 1—5). (*Vaucheria* Lyngbye p. p., Tentam. Hydrophyt. Dan. [1819] 79; *Bryopsis* auct. pl.) — Thallus fadenförmig, einzellig, nur in älteren Stadien bisweilen mit einzelnen zerstreuten Querwänden, einfach oder unregelmäßig oder dichotom verzweigt, ohne deutliche Differenzierung in Hauptstamm und Seitentriebe. Die Chromatophoren sind kleine linsenförmige oder ovale, parietale Scheiben, ohne oder mit 1—3 Pyrenoiden. Vermeh-

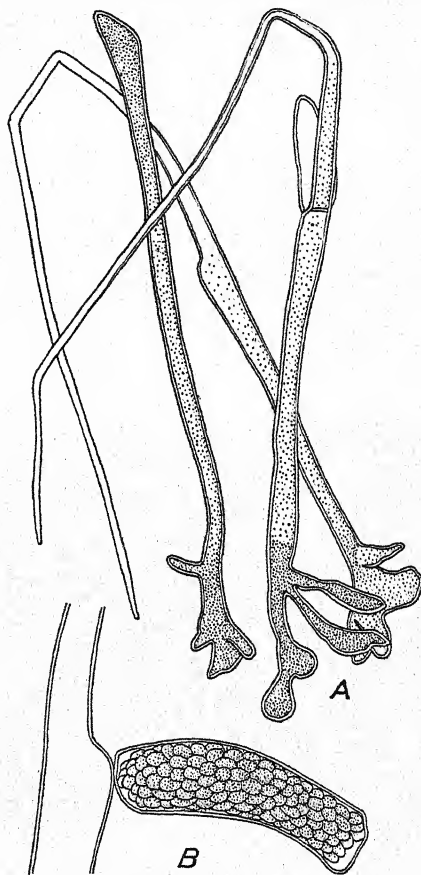


Fig. 255. *Bryobesia Johanna* Weber van Bosse. A Gruppe von 3 Sprossen in verschiedenen Entwicklungsstadien. An dem Exemplar links ist das obere Ende des Fadens in Sporangienbildung begriffen, an dem Exemplar rechts ist ein entleertes Sporangium zu sehen, der Faden hat sich weiter entwickelt und das Sporangium zur Seite geschoben; B Ein reifes Sporangium. (Nach A. Weber van Bosse.)

rung durch kugelig-eiförmige, vorne abgeflachte Zoosporen mit einem Kranz von Geißeln. Die Zoosporangien sind seitenständig, keulenförmig oder kugelig angeschwollen und von dem vegetativen Teil durch doppelte Scheidewände abgegliedert. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

10 Arten im Meereswasser, besonders in wärmeren Meeren. *D. marina* (Lyngb.) Kjellm. kommt auch im nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans und im nördlichsten Norwegen vor.

2. **Bryobesia** Weber van Bosse in Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, Sér. II, 9 (1911) 26 (Fig. 255 A, B). — Der einzellige oder nur mit spärlichen Querwänden versehene Thallus besteht aus einem kurzen, kriechenden, verzweigten Teil, wovon längere, aufrechte, meist dünnere und unverzweigte Fäden emporwachsen. Chromatophoren bandförmig mit 1 Pyrenoid. Die Sporangien sind walzenförmig, entstehen terminal durch Anschwellen des oberen Endes der aufrechten Fäden und werden durch eine Querwand von dem vegetativen Teil abgeschlossen. Die gebildeten Sporen sind relativ groß, birnförmig und werden in großer Zahl gebildet; ob sie neutrale Zoosporen oder Gameten darstellen, ist noch unbekannt; auch sind die Geißeln nicht beobachtet worden. Nach Ausschlüpfen der Sporen können die Fäden in derselben Richtung weiter wachsen, indem die ursprünglich terminalen Sporangien zur Seite geschoben werden; häufig lösen sich die entleerten, sekundär seitenständigen Sporangien ab und verschwinden. Ein und derselbe aufrechte Faden kann wahrscheinlich nur ein einziges Sporangium erzeugen. Weiteres ist über diese Gattung nicht bekannt.

1 Art, *B. Johanna* Weber van Bosse, auf Lithothamnien und Korallenriffen bei Java.

Vaucheriaceae.

Mit 6 Figuren.

Wichtigste Literatur: N. Pringsheim, Üb. d. Befruchtung u. Keimung d. Algen (Monatsber. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1855). — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae, Bd. 6, Nordhausen 1856. — J. Walz, Beitr. z. Morph. u. System. d. Gattung *Vaucheria* DC. (Pringsheims Jahrb., Bd. 5, Leipz. 1866). — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum, III, 1868, S. 266—274. — Solms-Laubach, Üb. *Vaucheria dichotoma* (Bot. Zeit. 1867). — M. Woronin, Beitr. z. Kenntn. d. Vaucherien (Bot. Zeit. 1869). — O. Nordstedt, Algologiska småsaker, 1, 2 (Botan. Notiser, Lund 1878—1879). — E. Stahl, Üb. d. Ruhezustände d. *Vaucheria geminata* (Bot. Zeit. 1879). — E. Strasburger, Zellbildung u. Zellteilung, 3. Aufl., Jena 1880. — M. Woronin, *Vaucheria de Baryana* (Bot. Zeit. 1880). — F. Schmitz, Unters. üb. Zellkerne d. Thallophyten (Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Bonn 1879). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, S. 393—408. — A. W. Bennet, Non-sexual Propagation and Septation of *Vaucheria* (Ann. of Bot., 6, 1892). — G. Klebs, Zur Physiologie d. Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis* (Verhandl. d. Naturforsch. Gesellschaft zu Basel, B. X, Basel 1892). — F. Oltmanns, Üb. Entwickl. d. Sexualorgane bei *Vaucheria* (Flora, B. 80, Marburg 1895). — H. Götz, Zur Systematik d. Gattung *Vaucheria* (Flora, B. 83, Marburg 1897). — A. Ernst, Siphonien-Studien I, III (Beihefte z. Botan. Centralbl., B. XIII, XVI, Jena 1902—1904). — B. M. Davis, Oogenesis in *Vaucheria* (Botanical Gazette, Vol. XXXVIII, Chicago 1904). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, T. 2 (Jahrb. d. Hamburgischen Wiss. Anstalten, XXIV, Hamburg 1907). — W. Heidingen, Entw. d. Sexualorgane bei *Vaucheria* (Ber. deutsch. bot. Gesellschaft, B. XXVI, Festschrift, Berlin 1907). — G. A. Nadson und L. P. Brüllowa, Zellkerne und metachromatische Körner bei *Vaucheria* (Bull. Jard. Imp. Bot. St. Pétersbourg, 1908). — F. S. Collins, The Green Algae of North America (Tufts College Studies, Vol. II, No. 3, Mass. 1909). — J. Virieux, Note sur le *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst et le *Mischococcus confervicola* Naeg. (Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 1910). — F. Moreaux, Sur les éléments chromatiques extranucléaires chez les *Vaucheria* (Bull. Soc. Bot. France, 58, 1911). — F. Birekner, Die Beobachtung von Zoosporenbildung bei *Vaucheria aversa* Hass. (Flora, 104, 1912). — R. Mirande, Recherches sur la Composition chimique de la Membrane et le Morcellement du Thalle chez les Siphonales (Ann. des Sciences Naturelles, Ser. 9, Bot., T. XVIII, 1913). — F. Moreau, Le Chondriome et la Division des Mitochondries chez les *Vaucheria* (Bull. Soc. Bot. France, 61, 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — A. de Puymaly, Sur une Siphonée d'eau douce, le *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst. (Bull. Soc. Bot. de Genève, 1917). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 7, bearbeitet von W. Heering, Jena 1921. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — A. de Puymaly, Reproduction des *Vaucheria* par Zoospores amiboides (Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, T. 174, 1922). — E. de Wildeman, Anomalie des Oogones et des

Anthéridies chez des espèces du Genre *Vaucheria* (Compt. Rend. Soc. Biol. 89, 1923). — F. B ü r g e s e n, Marine Algae from the Canary Island (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. V, 3, 1925).

Merkmale. Der Thallus besteht im vegetativen Zustande aus langen schlauchförmigen, bisweilen ringförmig eingeschnürten, 1zelligen, unregelmäßig oder dichotomisch verzweigten Fäden, ohne Differenzierung in Hauptstamm und Seitenzweige. Zellinhalt ein dichter Protoplasmaschlauch mit zahlreichen kleinen Kernen, kleinen, scheibenförmigen Chromatophoren, mit Öl oder Stärke, gelegentlich auch mit Kristallen. Eibefruchtung; Spermatozoiden 2geißelig. Zoosporen mit zahlreichen, zu je zwei einander genäherten, meist über den ganzen Körper verteilten Geißeln werden einzeln in den durch eine Querwand abgegrenzten Astspitzen gebildet. Aplanosporen und Akineten — die bisweilen als besondere Brutkeulen ausgebildet sind — können vorkommen.

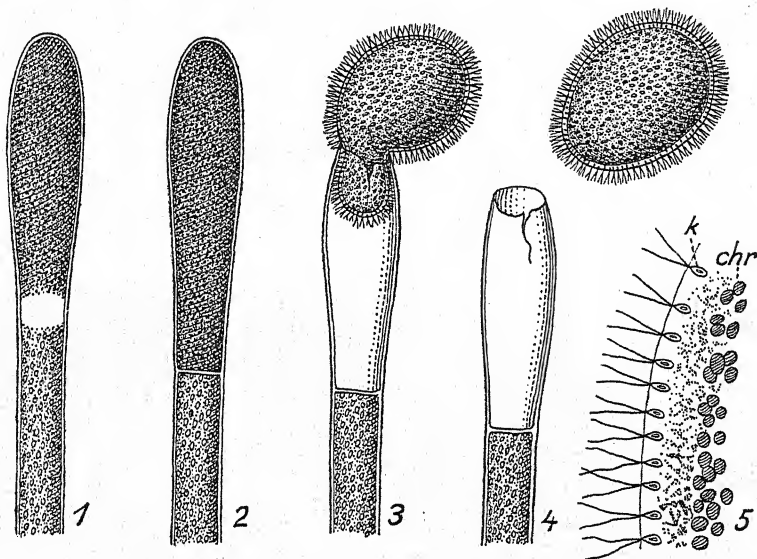


Fig. 256. *Vaucheria repens* Hass. 1—4 Sukzessive Stadien bei der Bildung und Entleerung der Zoosporen; 5 Stück aus dem peripheren Teil einer Zoospore, k Kerne, chr Chromatophoren. (1—4 nach Goetz; 5 nach Strasburger aus Oltmanns.)

Vegetationsorgane. Der Thallus lebt im Wasser oder auf feuchtem Boden; er besteht in vegetativem Zustande aus einer einzigen, schlauchförmigen, höchstens borstendicken, schwach, oft dichotomisch verzweigten Zelle ohne irgendwelche Differenzierung in Hauptstamm und Seitenzweige. Bei *Vaucheria* und *Vaucheriopsis* ist keine Spur von Querwänden sichtbar; bei *Dichotomosiphon* dagegen sind Querwände angedeutet, in derselben Weise wie bei manchen *Codiaceae* und *Cladophoraceae*, durch Ringwülste, und zwar kommen solche überall vor, besonders aber an der Basis jedes Zweiges. Als Regenerationerscheinung können Querwände nicht nur bei der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane, sondern auch zu anderer Zeit entstehen. Die Verzweigungen sind bei *Vaucheria* und *Vaucheriopsis* fast immer lateral, auch dort, wo sie nachträglich einen gabeligen Habitus annehmen. Im Gegensatz dazu weist *Dichotomosiphon* (Fig. 261) typische Dichotomie auf. Durch Kontaktreiz können sich bei jungen Zellen chlorophyllarme Ausstülpungen bilden, die sich zu korallenähnlich verzweigten Haftorganen entwickeln (Fig. 257). Im schnellfließenden Wasser sind die Fäden oft zu dichten Polstern vereinigt; die terrestrischen Formen bilden meist wirre, lockere Rasen. Die Zellmembran ist dünn und meist nicht inkrustiert, bei den terrestrischen Formen verhältnismäßig am dicksten. Nur bei einer einzigen Art, *V. de Baryana*, sind die Fäden mit Kalk inkrustiert, und diese Alge kann daher Veranlassung zur Kalktuffbildung geben. In dem wandständigen Protoplasma finden sich zahlreiche Zellkerne und in dem Zellsaft zuweilen Kristalle von oxalsaurem Kalk, niemals aber Kristalloide. Die Chromatophoren sind kleine ovale oder kreisförmige Scheiben, die keine

Pyrenoide enthalten. Der Farbstoff der Chromatophoren soll ähnlich wie bei den Heteroconten zusammengesetzt, d. h. besonders reich an Xanthophyll sein. Als Assimilationsprodukt und Reservesubstanz tritt bei *Vaucheria* fettes Öl auf, bei *Dichotomosiphon* und *Vaucheriopsis* dagegen fehlt Öl, und hier kommt Stärke vor.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Zoosporen ist bisher nur bei *Vaucheria* bekannt. Die Zoosporen werden in einem \pm angeschwollenen Astende gebildet, in das zuerst eine reichliche Stoffmenge einwandert, so daß es ein dunkelgrünes Aussehen erhält, und das sich durch eine Querwand von dem übrigen Teil des Fadens abgrenzt; das auf diese Weise gebildete Zoosporangium öffnet sich durch Membranverquellung an der Spitze und läßt den ganzen Inhalt als eine einzige riesige Zoospore hervortreten (Fig. 256), welche an ihrer ganzen Oberfläche oder doch wenigstens in dem vorderen Teil mit kurzen, paarweise zusammenstehenden Geißeln bedeckt ist. Im Zentrum der Zoosporen befindet sich eine große Vakuole, und in der proto-

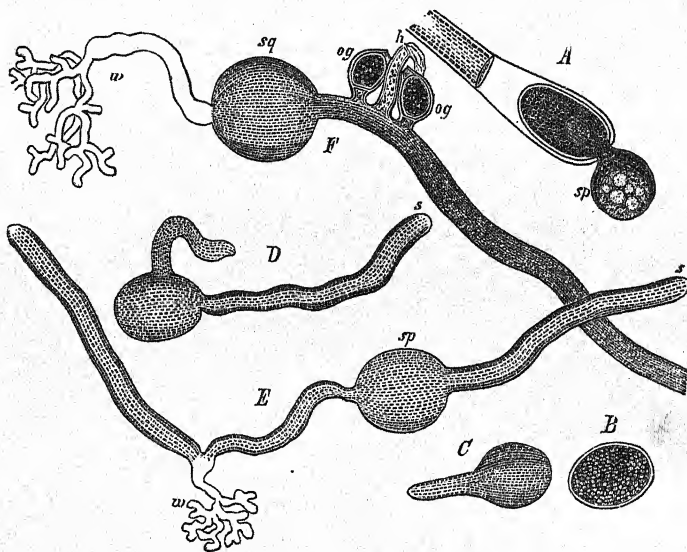


Fig. 257. *Vaucheria sessilis* (Vauch.) De Cand. A Zoosporangium, aus dem gerade eine Zoospore austritt; B Zoospore; C-E Keimungsstadien einer Zoospore (sp), w Haptere; F ein Individuum mit Oogonien (og) und Antheridien (h), das aus einer Zoospore hervorgegangen ist (sq). (Nach Sachs, 30/1.)

plasmatischen Hautschicht liegt unter jedem Geißelpaar ein Zellkern, weshalb man die Zoospore füglich als ein Aggregat mehrerer Zoosporen (*Synzoospore*) auffassen kann, welche sich nicht durch Teilungen getrennt haben und bei denen keine vorhergehende Verschmelzung der Zellkerne wie bei *Derbesia* stattgefunden hat. Die sonderbaren Zoosporen bei *Follicularia*, mit 1–5 Paar Geißeln, sind jedenfalls durch ein unvollkommenes Zerspalten des Protoplasten entstanden und scheinen diese Annahme über die Natur der Synzoosporen zu bestätigen. Ob dies auch eine phylogenetische Verwandtschaft dieser beiden Formen andeutet, ist wohl fraglich. Bei der sofort stattfindenden Keimung der Zoospore werden zuerst die Geißeln eingezogen und sodann 1 oder 2 vegetative Schläuche gebildet (Fig. 257 B–E).

Aplanosporen kommen bisweilen vor; es schwillt dann eine Astspitze an, die eine ovale oder kugelförmige Gestalt annimmt und sich mit protoplasmatischem Inhalt füllt, worauf sie sich durch eine Querwand von dem übrigen Teil des Thallus abgrenzt; die Aplanospore selbst in dieser Zelle entsteht dadurch, daß der Inhalt sich unbedeutend kontrahiert und sich mit einer neuen Membran umgibt. Die Aplanospore wird durch Auflösung der Wand des Aplanosporangiums an der Spitze frei, keimt dann entweder sofort oder tritt erst in ein Ruhestadium ein; bei der Keimung wird direkt ein neuer *Vaucheria*-Schlauch gebildet.

Akineten können unter gewissen äußeren Verhältnissen gebildet werden; der

Inhalt sammelt sich dann reichlich in gabelförmigen Astspitzen, die sich durch Querwände in eine Anzahl isodiametrischer, dickwandiger Zellen teilen (*Gongrosira dichotoma* Kütz.). Die Akineten können, wenn sie in Wasser kommen, entweder direkt zu neuen *Vaucheria*-Fäden auswachsen oder bilden zuerst amöboide Zellen, die entweder direkt auswachsen oder sich mit einer ziemlich dicken Membran umgeben und Dauerzellen bilden; diese können sich teilen und bei ihrer Keimung neue *Vaucheria*-Schläuche bilden.

Diese amöboiden Zellen sind wahrscheinlich mit den Zoosporen homolog. Dafür spricht der Umstand, daß auch sonst amöboide Zoosporen vorkommen (bei *V. geminata* und *V. hamata*), ferner die Verteilung des Chlorophylls, welches in den amöboiden Zellen das breitere Ende einnimmt, während das schmalere Vorderende farblos ist. Um Sicherheit in dieser Frage zu erhalten, muß man aber erst die Entwicklung der fraglichen Organe

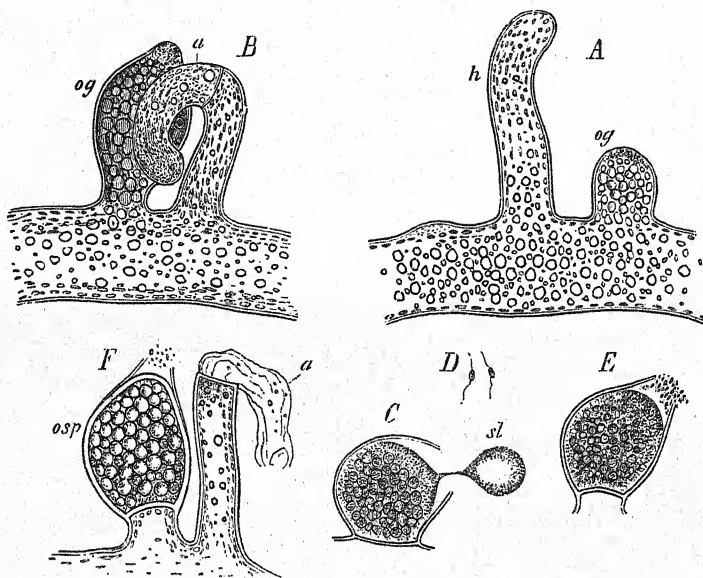


Fig. 258. *Vaucheria sessilis* (Vauch.) De Cand. A, B Entstehung eines Antheridiums (a) an dem Aste (h) und des Oogoniums (og); C geöffnetes Oogonium, sl Schleimtropfen; D Spermatozoiden; E Befruchtungsstadium; F reife Oospore (osp), a entleertes Antheridium A, B, E, F nach Sachs; C, D nach Pringsheim, 250/L.)

und die Kerne näher untersuchen. Bei *Dichotomosiphon* können die rhizomähnlichen Fortsätze, die an beliebigen Stellen gebildet werden, anschwellen und sich mit Massen von Plasma und Stärke füllen; der ganze Akinet (Brutkeule) wird durch eine Querwand abgegrenzt und keimt direkt. Die Akinetenbildung tritt besonders ein, wenn die Fäden in geringen Wassermengen oder auf feuchtem Substrat gehalten werden.

Eine vegetative Vermehrung durch losgelöste Thallusteile, abgerissene Zweigspitzen usw. ist sehr häufig. Sogar ausgetretene Plasmamassen können — falls sie noch Kerne enthalten — einer neuen Pflanze den Ursprung geben.

Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Eibefruchtung und ist bei sämtlichen drei Gattungen dieser Familie bekannt. Die meisten *Vaucheria*-Arten sind monözisch, nur wenige, wie *V. dichotoma* (L.) Ag., *V. littorea* Hofm. et Ag. und *V. sphaerospora* Nordst. var. *dioica* Kolderup Rosenvinge sind diözisch. Antheridien und Oogonien entstehen im allgemeinen als seitliche Auswüchse an einem Schlauch und stehen daher meist sehr nahe beisammen (Fig. 258 A), doch können die Antheridien zuweilen von der Spitze eines Astes gebildet werden. Die Oogonien entstehen als eine dickere, mit Öl und Chlorophyll dicht gefüllte Ausstülpung, die sodann, gewöhnlich etwas schief eiförmig, anschwillt. Soweit bekannt, sind die Oogoniumanlagen anfangs mehrkernig; durch eine spätere Plasmawanderung werden alle Kerne mit Ausnahme des Eikernes in die Tragfäden zurückbefördert,

und erst dann trennt das Oogonium sich durch eine Querwand von der Tragzelle ab. Das Wanderplasma, in dem die auswandernden Kerne transportiert werden, fließt entweder an den Wänden des ganzen Oogoniums oder eines Teiles desselben entlang.

In der schnabelförmig vorgezogenen Spitze des Oogoniums sammelt sich farbloses Protoplasma an und tritt meist teilweise durch eine hier entstehende Öffnung in das umgebende Wasser aus (Fig. 258 C), worauf der Rest sich abrundet und eine befruchtungsfähige Eizelle bildet; mitunter entstehen im Oogonium auch mehrere Befruchtungsöffnungen. Nach allem wird mit dem Plasmaballen keine Kernsubstanz ausgeschieden. Zuweilen kann sich (z. B. bei *Vaucheria littorea*) zwischen dem Oogonium und dem Faden eine eigene Zelle (»Begrenzungszelle«) entwickeln. Die hornartigen Antheridien entstehen einzeln auf seitlichen Ausstülpungen oder auf dem Ende von Ästen und grenzen sich durch eine Doppelwand ab; bisweilen sind sie zu mehreren auf einem »Androphor« vereinigt (z. B. bei *Vaucheria synandra*). Zuweilen entsteht auch zwischen dem Antheridium und dem Faden oder zwischen der die Antheridien tragenden Anschwellung und dem Faden eine Begrenzungszelle. In den Antheridien, welche an Chlorophyll arm sind, wird eine große Anzahl

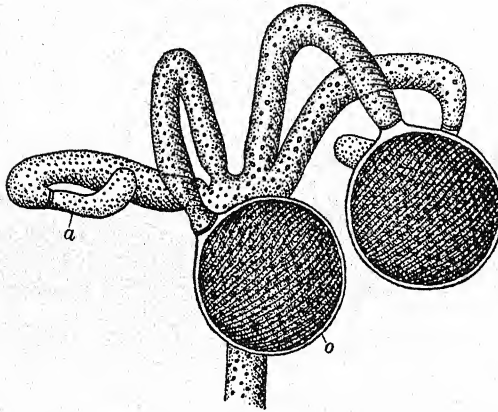


Fig. 259. *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst. Zweigspitzen mit Oögonien (o) und Antheridien (a). (Nach Ernst aus Oltmanns.)

von Spermatozoiden gebildet, die durch eine oder mehrere Öffnungen auf dem Scheitel austreten. Die stets farblosen Spermatozoiden sind klein, oval oder eiförmig, ermangeln des roten Augpunktes und haben, ungefähr in der Mitte, 2 seitlich inserierte Geißeln, von denen die eine nach vorn und die andere nach hinten gekehrt ist. Die Spermatozoiden dringen in die Oögonienöffnung hinein und vereinigen sich mit der Eizelle (Fig. 258 E, F), worauf diese sich mit einer doppelten oder dreifachen Membran umgibt, sehr viel Öl speichert und ihre Chromatophoren verfärbt.

Bei *Vaucheriopsis* (Fig. 260) weist das Oögonium keine vorgebildete Befruchtungsöffnung auf. Das in normaler Weise gereifte Ei sprengt das ganze

Oögonium auf seinem Scheitel; ein Schnabel oder etwas Ähnliches fehlt, und ein Ausstoßen von Plasma findet hier auch nicht statt. Ein Empfängnisfleck ist nur angedeutet, und es scheint, als ob die Spermatozoiden überall eindringen könnten.

Die Sexualorgane bei *Dichotomosiphon* (Fig. 259) sitzen nicht seitlich, sondern die Oögonien und Antheridien entstehen an der Spitze der Gabeläste. Der Inhalt wird hier zur Eizelle durch Umlagerung, aber ohne Ausstoßung von Plasma. Das Oögonium, mit Empfängnisapille versehen, wird nach der Befruchtung von einer einfachen Membran umgeben. Bei den beiden letztgenannten Gattungen bleibt der Inhalt der Oosporen grün und verfärbt sich nicht.

Die Antheridien sind bei *Vaucheriopsis* und *Dichotomosiphon*, sonst aber nur bei einer *Vaucheria*-Art (*V. dichotoma*) chlorophyllhaltig.

Klebs hat die Bedingungen für die Bildung der verschiedenen Vermehrungs- und Fortpflanzungsorgane studiert. Sexualorgane verlangen als Vorbedingung eine gute Ernährung, Zoosporen entstehen durch Überführung der Fäden aus strömendem in stehendes Wasser oder bei den terrestrischen Formen durch Überflutung. Aplanosporen werden durch Kultur in mäßig feuchter oder trockener Luft hervorgerufen. Es scheint, als ob die Aplanosporenbildung durch andere Faktoren ausgelöst wird als die Zoosporenbildung. Auch Temperaturverhältnisse und andere äußere Faktoren sind dabei tätig.

Die Keimung der Oospore findet erst nach einem Ruhestadium statt; die äußeren Membranen werden dann gesprengt, und der Inhalt wächst, von der inneren Membran umgeben, zu einem *Vaucheria*-Schlauch aus, der gewöhnlich ziemlich bald sich zu verzweigen beginnt.

Geographische Verbreitung. *Vaucheria*-Arten kommen sicher in allen Weltteilen vor und können sich sowohl in Süß- wie auch in Brackwasser finden. Die meisten kommen in Bächen, Tümpeln, Seen usw. vor, andere auf Schlamm und feuchtem Boden. *Vaucheria dichotoma* z. B. bevorzugt Brackwasser oder Salztümpel, während *V. Thureti*, *V. piloboloides* u. a. reine Meeresbewohner sind.

Vegetative Fäden von wahrscheinlich noch lebenden *Vaucheria*-Arten kommen zuweilen in sehr jungen Alluvialablagerungen als zusammengepreßte dünne Schichten, sogenannter »Papierlehm« vor.

Verwandschaftliche Verhältnisse. Die *Vaucheriaceae* werden gewöhnlich als das oogame Endglied der Siphoneen aufgefaßt. Bezüglich der Befruchtungsverhältnisse stehen die *Vaucheriaceae* unter allen *Siphoneae* am höchsten und zeigen keine Übergangsformen zu solchen Familien, die nur Gametenkopulation haben. In vegetativer Hinsicht dürften sie sich am nächsten an *Derbesia* anschließen, mit der auch die Zoosporenbildung gewisse Ähnlichkeiten aufweist. Es gibt auch Anklänge an *Bryopsis* und die *Codieae*, besonders in der Entwicklung der Sexualorgane. Bohlin hat vorgeschlagen, die Familie den Heteroconten anzugliedern, wofür besonders der reichliche Xanthophyllgehalt des Chromatophorfarbstoffs und das Öl sprechen würden. Welche systematische Bedeutung man der abweichenden Form der Spermatozoiden beimessen soll, deren Geißeln nicht an der Spitze, wie bei den Schwärmern anderer Siphoneen, sondern seitlich sitzen, ist auch recht unsicher. Vorläufig sind daher die Verwandschaftsverhältnisse der *Vaucheriaceae* nicht ganz geklärt.

Nach den sero-diagnostischen Untersuchungen scheint jedoch *Vaucheria* mit den übrigen *Siphonales* nahe verwandt zu sein und unter Vermittelung von *Cladophora* sich an die *Ulotrichales* anzuschließen. Es ist auch nicht sicher, daß die *Vaucheriaceae* einheitlich sind; *Dichotomosiphon* steht in vieler Hinsicht *Vaucheria* ziemlich fern, und es liegt hier möglicherweise nur eine Konvergenz vor.

Einteilung der Familie.

- A. Normale vegetative Fäden nie genau dichotomisch verzweigt, ohne Einschnürungen.
 - a. Vegetative Zellen mit Öl. Reife Oospore mit Pigmentkörpern. Oogonien mit Schnabel oder Öffnung 1. *Vaucheria*.
 - b. Vegetative Zellen ohne Öl. Reife Oogonien ohne Schnabel oder Papille. Oogonium vor der Befruchtung aufreißend 2. *Vaucheriopsis*.
- B. Normale vegetative Fäden dichotom, an den äußersten Spitzen bis pentachotomisch verzweigt, mit Einschnürungen. Vegetative Zellen mit Stärke 3. *Dichotomosiphon*.

1. *Vaucheria* De Candolle in Vaucher, Hist. des Conferves (1803) 25 (Fig. 256, 257, 258). (Inkl. *Ectosperma* Vaucher, Conf. [1803] 3; *Woroninia* Solms-Laubach in Botan. Zeitg. [1867] 366, Tab. IX, nec *Woroninia* Cornu; *Conferva* auct. pl.). — Thallus aus einer einzigen langen, fadenförmigen, nie genau dichotomisch verzweigten, vielkernigen Zelle bestehend, ohne Differenzierung in Hauptstamm und Seitenzweige, aber oft mit farblosen, korallenartig verzweigten, rhizoidenähnlichen Haftorganen. Chromatophoren zahlreich, von der Form kleiner, ovaler Scheiben, ohne Pyrenoid und ohne Stärke, aber mit Öl. Ungeschlechtliche Vermehrung durch eiförmige, mit zahlreichen, paarweise gestellten und meist die ganze Oberfläche bedeckenden Geißeln besetzte Zoosporen, welche einzeln am Ende kurzer, angeschwollener Äste in Zoosporangien gebildet werden. Vegetative Vermehrung durch Regeneration von losgerissenen Thallusstücken oder Protoplasmapartien und durch Akineten. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Die Oogonien und Antheridien entstehen als Ausstülpungen des Thallus; einige Arten sind diözisch, die meisten aber monözisch, und im letzteren Falle sind Antheridien und Oogonien einander genähert. Entweder sitzen beide Arten von Geschlechtsorganen auf dem Thallusfaden selbst, oder sie können von besonderen Seitenzweigen getragen werden. Die Geschlechtsorgane sind meist nur durch eine Querwand vom Thallus getrennt, oder es findet sich außerdem noch eine ± inhaltsleere Zelle, die Begrenzungszone, eingeschoben. Auch kann bei den Antheridien noch eine besondere Zelle vorhanden sein, welche als ein Androphor mehrere Antheridien trägt. Die Antheridien sind dünn, hornartig gekrümmt, mit einer einzigen Ausnahme anfänglich fast farblos, später rötlich gefärbt, und die Spermatozoiden treten durch eine Spalte oder Löcher aus. Die Oogonien sind rundlich, meist schief eiförmig mit einer (bei marinen Arten mit mehreren) Befruchtungsöffnung, die meist schnabelartig vorgezogen

ist. Ursprünglich enthält das Oogonium zahlreiche Kerne, die bis auf den Eikern in den Tragfaden auswandern. Vor der Befruchtung tritt ein Tropfen farblosen Plasmas aus, und die nackte Eizelle rundet sich ab. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer Membran, die sich späterhin in drei Schichten differenziert. Die alternierende Zygote speichert sehr viel Öl und verfärbt ihre Chromatophoren derart, daß sie kaum noch kenntlich sind. Sie fallen meist mit der Oogoniummembran zusammen ab.

Ungefähr 37 Arten in allen Weltteilen in Süß-, Brack- und Meereswasser, sowie auf feuchtem Boden. *V. sessilis* (Vauch.) DC. ist fast über die ganze Erde verbreitet.

Sekt. I. *Woroninia* Solms-Laubach, Über *Vaucheria dichotoma* DC. in Botanische Zeitung, Jahrg. 25, No. 46 (1867) 361. Antheridien keulenförmig oder lanzettlich, wenig oder gar nicht gekrümmt, oft senkrecht vom Faden abstehend, ohne Begrenzungszelle, sitzend oder sehr kurz gestielt, mit einer besonderen, papillenartigen, apikalen Befruchtungsöffnung. Oogonien meist radial symmetrisch, mit einer vertikal vom Thallusfaden abstehenden Befruchtungsöffnung ohne Schnabel. Hierzu *V. dichotoma* Agardh (= *V. pilus* v. Martens, *V. submarina* Berkeley, *V. bursata* Ag. var. *marina* Kützing, *Woroninia dichotoma* Solms-Laubach), *V. Thureti* Woronin und *V. Schleicheri* de Wildeman.

Sekt. II. *Tubuligeræ* Walz in Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. 5 (1866—67) 150. Antheridien zylindrisch, fast gar nicht gekrümmt, ohne Begrenzungszelle, wenig oder nicht gestielt, einen spitzen Winkel mit dem Thallusfaden bildend, durch einen apikalen, unregelmäßigen Spalt geöffnet.

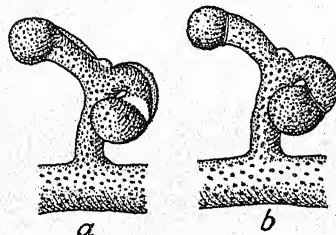


Fig. 260. *Vaucheriopsis arrhyncha* (Heidinger) Heering. a Oogonien im Stadium des Wanderplasmas; b Oogonien mit Scheidewand. (Nach Heidinger aus Pascher.)

Oogonien ± schief und bilateral symmetrisch. *V. aversa* Hassal (= *V. ornithocephala* var. *aversa* Kützing, *V. rostellata* Kützing) und *V. ornithocephala* Agardh (= *V. sericea* Lyngb.).

Sekt. III. *Globiferae* Heidinger, Die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria* in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Festschr. 1908, XXVI. Antheridien deutlich gestielt, ohne Begrenzungszelle, kugelig angeschwollen, beutelförmig. Oogonium bilateral symmetrisch, mit deutlichem, ziemlich großem und oft nach rückwärts verlängertem Schnabel. *V. pachyderma* Walz (= *V. Dillwynii* Agardh).

Sekt. IV. *Corniculatae* Walz, l. c. 145. Antheridien deutlich gestielt, ohne Begrenzungszelle, horn- oder hakenförmig gebogen mit einer Öffnung an der Spitze, aber ohne besonders vorgebildete Befruchtungsöffnung. Oogonien stets mit einer Befruchtungsöffnung, die meist schräg oder parallel zum Thallusfaden oder Fruchtweig gerichtet ist, seltener

senkrecht absteht; im ersteren Fall ist das Oogonium bilateral, im letzteren Falle um die Längsachse herum radial symmetrisch. *V. sessilis* DC. (= *V. clavata* DC., *V. fluitans* Oltmanns, *V. sphaerocarpa* Kützing), *V. borealis* Hirn, *V. geminata* (DC.) Walz (= *V. racemosa* Gütz., *V. hamata* Walz, *V. terrestris* (Lyngb.) Walz (= *V. pendula* Reinsch), *V. uncinata* Kützing (= *V. Walzii* Rothert) u. a.

Sekt. V. *Anomalæ* Hansgirg, Prodrum der Algenflora von Böhmen, Teil I (1886) 234. Antheridien deutlich gestielt, ohne Begrenzungszelle, im unteren Teil gestreckt, dann plötzlich umgebogen, an der Spitze verzweigt mit zwei oder mehreren seitwärts vorspringenden Befruchtungstuben. Der Schnabel der Oogonien wenig entwickelt und die stets in der Einzahl vorhandene Befruchtungsöffnung breit. *V. Woroniniana* Heering (*V. geminata* Klebs, *V. Debaryana* var. *Schmidlei* Gutwinski), *V. De Baryana* Woronin.

Sekt. VI. *Androphoreæ* Nordstedt, *Vaucheria*-studien in Botaniska Notiser, 1879, 188. Die Antheridien entspringen zu mehreren von einer chlorophyllhaltigen aufgeschwollenen Zelle — dem Androphor — die mittels einer Begrenzungszelle von dem übrigen Thallus getrennt ist. *V. synandra* Woronin, am Meeresstrand.

Sekt. VII. *Piloboloidæ* (Walz, l. c.) Nordstedt, l. c. Das Androphor fehlt, und die Antheridien sind von dem übrigen Thallus nur durch eine Begrenzungszelle getrennt. Sämtliche hierher gehörige Arten sind Bewohner des Meeresstrandes: *V. coronata* Nordstedt, *V. intermedia* Nordstedt, *V. sphaerophora* Nordstedt (inkl. var. *dioica* Kolderup Rosenvinge), *V. piloboloides* Thuret (= *V. fuscescens* Kützing), *V. littorea* Hofman Bang et C. A. Agardh (= *V. clavata* Lyngbye).

2. *Vaucheriopsis* Heering in Pascher, Süßwasserfl. Deutschl. usw., Heft 7 (1921) 96 (Fig. 260). (*Vaucheria* Heidinger p. p., Entwickl. der Sexualorgane bei *Vaucheria* in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XXVI, Festschrift [1907] 362, Taf. XIX, Fig. 10—17). — Thallus schlauchförmig wie bei der vorhergehenden Gattung, aber ohne Öl. Oogonien und Antheridien an seitlichen Ästen. Die Ebene, in der das Antheridium liegt, bildet mit der Oogonialebene meist einen rechten Winkel. Antheridien am Ende der Äste oft stark gekrümmt, aber auch gestreckt walzenförmig. Die Chromatophoren in ihnen ziehen sich zu einem zentral gelegenen Pfropf zusammen, der rings von körnigem Plasma

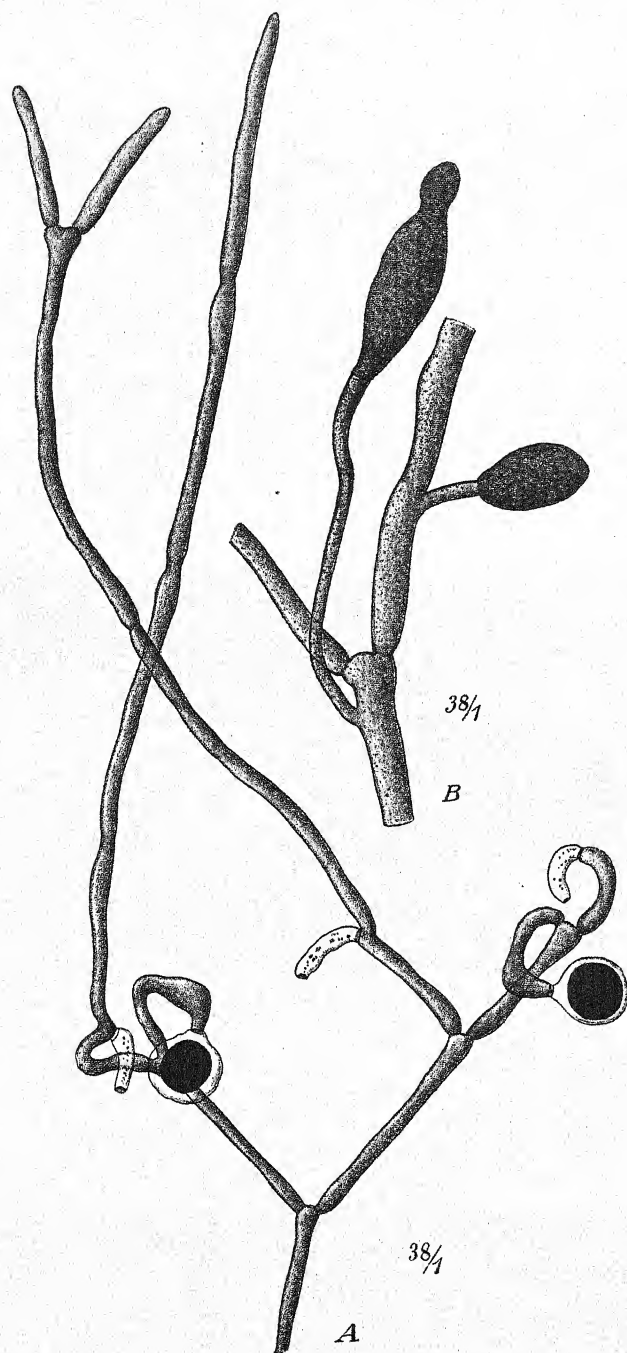


Fig 261. *Dichotomosiphon tuberosus* (A. Br.) Ernst. A Äste mit Oogonien und Antheridien; B Thallusstück mit Brutkeulen. (Nach A. Ernst, 38/1.)

umgeben ist. Oogonien ohne Schnabel oder Papille. Eizelle durch Aufreißen der Oogonienmembran freiwerdend und nur in losem Verband mit dem Thallus bleibend. Ausstoßung von Plasma bei der Befruchtung findet nicht statt. Oospore nach der Befruchtung kugelförmig, von einer einfachen Membran umgeben. Inhalt sich nicht verfärbend, sondern grün bleibend.

Nur 1 Art, *V. arrhyncha* (Heidinger) Heering (= *Vaucheria arrhyncha* Heidinger), bisher nur in Deutschland in einem Graben bei Neuhäuser bei Freiburg i. B. gefunden.

3. **Dichotomosiphon** Ernst in Beih. Bot. Cbl., Bd. XIII (1902) 141 (Fig. 259 und Fig. 261). (*Vaucheria* A. Braun p. p. in Kützing, Tabulae Phycologicae VI, 23, Tab. 65). — Thallus einzellig, aus freien, dichotomisch verzweigten, grünen Schläuchen und farblosen Rhizoiden bestehend. Außer normalen Endverzweigungen werden Seitenzweige an älteren Fadensegmenten gebildet; Äste an der Basis bis auf die Hälfte des Durchmessers ringförmig eingeschnürt, längere Fadenglieder zwischen den Verzweigungsstellen durch ähnliche Einschnürungen zellenartig segmentiert. Die Chromatophoren sind ovale oder rundliche Platten ohne Pyrenoid; Assimilationsprodukt und Reservestoff ist Stärke. Vegetative Vermehrung durch Akineten (Brutkeulen), die am Ende rhizoidenartiger Seitenzweige gebildet werden. Diese sind dicht mit Reservestoffen angefüllt und keimen meistens nach vorhergegangenen Ruhestadium. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Bildung von akrogenen Oogonien und Antheridien an den Endzweigen derselben Tragsprosse. Antheridien im Innern mit Chromatophoren. Der größte Teil des Protoplasmas zieht sich mit den Kernen, Chromatophoren und Stärkekörnern zu einem dichten Pfropf zusammen. Die Spermatozoiden sind sehr klein mit 2 Geißeln. Oogonium mit Empfängnispapille. Der Inhalt wird zur Eizelle durch Umlagerung, aber ohne Ausstoßung von Plasma. Oospore nach der Befruchtung von einer einfachen Membran umgeben. Inhalt sich nicht verfärbend, sondern grün bleibend.

2 Arten, *D. tuberosus* (A. Br.) Ernst (= *Vaucheria tuberosa* A. Br.) im Süßwasser, bisher in Europa und Nordamerika beobachtet, hat aber sicher eine weitere Verbreitung. *D. pusillus* Collins im Meereswasser in Nordamerika, ist nur sehr unvollständig bekannt, und die Zugehörigkeit dieser Art zur Gattung ist daher nicht sicher festgestellt.

Phyllosiphonaceae.

Mit 3 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Kühn, Über eine neue parasitische Alge, *Phyllosiphon Arisari* (Sitzber. der naturf. Ges. Halle, 1878). — L. Just, *Phyllosiphon Arisari* (Bot. Zeit., Bd. 40, 1882). — M. Franke, Über *Phyllosiphon Arisari* (Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur, 60, 1882). — F. Schmitz, *Phyllosiphon Arisari* (Bot. Zeit. 1882). — J. de Toni, Sylloge Algarum, I, Patavii 1889, p. 530—531. — E. Bornet et Ch. Flahault, Sur quelq. Plantes viv. dans le Test calcaire des Mollusques (Bull. Soc. botan. de France, T. 36, Paris 1889). — A. Weber van Bosse, Etudes s. l. Algues de l'Archipel Malaisien II (Annales du Jardin Botan. de Buitenzorg, Vol. VIII, Leide 1890). — G. Lagerheim, Ub. einige neue Arten d. Gatt. *Phyllosiphon* Kühn (La nuova Notarisia, Ser. III, Padova 1892). — L. Buscalioni, Osservaz. sul *Phyllosiphon Arisari* Kühn (Annuario del R. Istituto Botanico di Roma, Vol. VII, Roma 1898). — G. Nadsen, Die perforierenden (kalkbohrenden) Algen (Scripta Botanica Horti Univ. Petrop. Fasc. XVIII, St. Pétersbourg 1900). — R. Maire, Rem. sur une Algue parasite (*Phyllosiphon Arisari* Kühn) (Bull. Soc. botan. de France, T. 55, Paris 1908). — G. Nicolas, Sur le Parasitisme du *Phyllosiphon Arisari* Kühn. (Bull. Soc. Hist. Natur. Afrique du Nord, IV, 1912). — J. et W. van Leeuwen-Reynvaan, Kurze Notiz über zwei neue Phycococcidien von Java (Estrato dalla Marcellia, Rivista Int. di Cecidologia, Vol. XI, 1912). — A. Weber van Bosse, Liste des Algues du Siboga (Uitkomsten op zoologisch, botanisch, oceanographisch en geologisch Gebied, Monogr. LIX, Leiden 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. Tobler, Ein neues tropisches *Phyllosiphon*, seine Lebensweise und Entwicklung. (Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. LVIII, 1917). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I und III, Jena 1922 und 1923.

Merkmale. Thallus endophytisch oder endozootisch gebildet von verzweigten Schläuchen, die oft dichotom verzweigt sind und meistens keine Querwände haben, oder von einer großen, beinahe kugelförmigen oder birnförmigen Zelle. Vermehrung durch Aplanosporen. Befruchtung und Schwärmstadien unbekannt.

Vegetationsorgane. Der Thallus von *Phyllosiphon* ist stets 1zellig und besteht aus dünnen, reich (dichotom?) verzweigten Schläuchen (Fig. 262 B), die sich in den Interzellularräumen der Blätter und Blattstiele verschiedener Araceen ausbreiten und dort größere oder kleinere, zuletzt zusammenfließende Flecke (Fig. 262 A) bilden, ohne in die Zellen selbst einzudringen; aber sie töten diese schließlich und führen damit das Vergilben der infizierten Stellen herbei. Die Kerne an den wachsenden Fadenspitzen sind relativ groß, weiter rückwärts aber werden sie durch wiederholte Teilung kleiner. Die Membran ist doppelt und besteht aus einer äußeren, welche den ganzen Thallus umgibt, und einer inneren, die erst etwas später entsteht und durch starkes Anschwellen zur Ent-

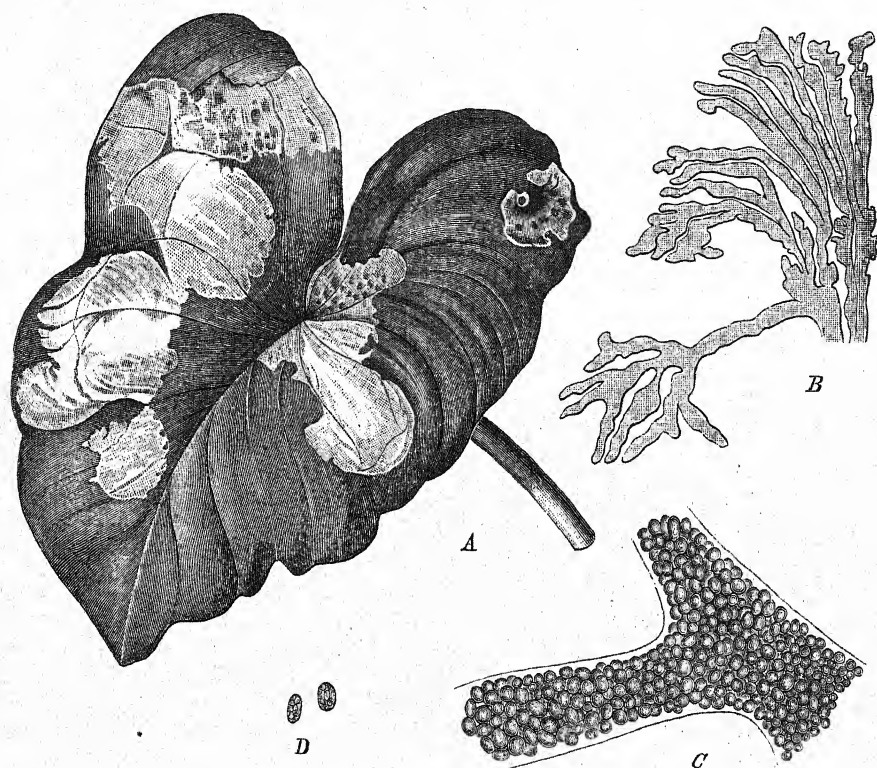


Fig. 262. *Phyllosiphon arisari* Kühn. A Blatt von *Arisarum vulgare* mit älteren, durch *Phyllosiphon* verursachten Flecken; B Verzweigung der Alge im Blattstiel; C Teil eines Thallus mit Sporen; D Sporen. (Nach L. Just, A natürliche Größe, B 80/1, C 400/1, D 1000/1.)

leerung der Sporen beiträgt. Die Zellwand besteht im wesentlichen aus Zellulose, der etwas Kallose beigemischt ist. Die Zellkerne sind zahlreich und am größten in den jungen Zweigspitzen. Die Chromatophoren sind zahlreiche, kleine, dünne und schwach gefärbte Scheiben. Pyrenoide fehlen, aber Stärke und besonders Öl ist reichlich vorhanden. Außerdem werden Zellulinkörner angegeben. Das Wachstum des Thallus erfolgt an der Spitze, und die Berührung mit den Schmarotzerthalli veranlaßt das Gewebe des Wirtes zu lebhafter Teilung, und es kommt in der Tat zu einer wirklichen Gallenbildung. Ähnliche Phycocidienbildung tritt noch deutlicher hervor bei den von *Phytophysa* angegriffenen *Pilea*- und *Boehmeria*-Sprossen, an denen der Parasit gelbe bis schwarz gefärbte Pusteln hervorruft (Fig. 263 A), welche bald vereinzelt, bald in größeren Gruppen beisammen auftreten und in die auch Gefäßbündel eintreten. Die Alge selbst stellt einzellige, birnförmig-kugelige Blasen bis zu 2,5 mm Durchmesser dar, welche dem Gewebe der Gallen eingelagert sind (Fig. 263 B). Sie enthalten schaumig-vakuolenreiches Plasma mit zahlreichen Kernen und Chromatophoren. *Ostreobium* besteht aus reich verzweigten, anastomosieren-

den Schläuchen, die endozootisch in Muschelschalen und Korallenstöcken leben; bisweilen treten in den schlauchförmigen Zellen Querwände auf (Fig. 264).

Vermehrung. Schwärmstadien fehlen; das einzige Vermehrungsorgan, das sich bei den *Phyllosiphonaceae* vorfindet, sind *Aplanosporen*. Diese entstehen bei *Phyllosiphon* nach und nach beinahe in allen Verzweigungen des Thallus (Fig. 262 C), nur mit Ausnahme einiger weniger Äste, welche unter günstigen Verhältnissen nach Entleerung der Sporen zu einem neuen Thallus auswachsen können. Die Aplanosporenbildung tritt meist in den Endverzweigungen ein und schreitet nach rückwärts vor. *Phyllosiphon*-schläuche mit den Aplanosporen können weiter zu »Makrosporen« auswachsen, die sich in 4 oder mehrere teilen und in Sporangien umbilden. Das ganze Protoplasma wird nicht zur Aplanosporenbildung verbraucht. In den Aplanosporen und Makrosporen kommt Stärke vor. Es besteht also beim Thallus im großen und ganzen keine scharfe Grenze zwischen vegetativem und fruktifikativem Stadium. Die Aplanosporen, welche oval oder membranbekleidet sind (Fig. 262 D), haben nur eine geringe Größe (Länge 2–6 μ , Breite 1,5–2,5 μ) und enthalten 1 Zellkern und 1 Chlorophyllscheibe sowie auch Öltröpfchen. Wenn dieselben reif sind, platzt ein unter einer Spaltöffnung stehender Thallusast, und dadurch, daß die oben erwähnte innere Membran Wasser aufnimmt und anschwillt, wird ein Druck auf die Sporenmasse ausgeübt und diese zusammen mit einem Schleim in einem feinen Strahl ausgepreßt. Die Spaltöffnungen dürften die Austrittsstellen für die Sporen sein. Die Sporen keimen und wachsen direkt zu einem kleinen Faden aus, welcher an der Grenze zwischen 2 Epidermiszellen oder durch Spaltöffnungen in die Nährpflanze eindringt und zu einem neuen Thallus auswächst.

Die jüngsten Stadien der Keimlinge sind sehr chlorophyllarm, und sie leben deshalb ganz parasitisch, in späteren Zuständen dagegen besitzen sie eigene Assimilationstätigkeit. Aplanosporen sind auch bei *Ostreobium* und *Phytophysa* bekannt. Bei dem erstgenannten schwellen die Endverzweigungen keulenförmig an und bilden Aplanosporangien, in denen viele kleine, kugelige, sofort auswachsende Aplanosporen entstehen. Bei *Phytophysa* sind nur die peripheren Teile der blasenförmig angeschwollenen Zellen an der Aplanosporenbildung beteiligt. Es sammelt sich hier anfänglich reichliches Plasma mit vielen Kernen und Chromatophoren. Die Kerne vermehren sich, es wird jedem Kern ein Chromatophor nebst zugehörigem Plasma zugesellt, und dann bilden sich die Membranen. Der mittlere Raum der Zelle bildet eine Masse von sterilen, polygonalen Zellen (Fig. 263 C). Durch Bersten der Algenmembran und indem das Gewebe des Wirtes über den *Phytophysa*-Kugeln aufreißt, treten die ovalen Aplanosporen (Fig. 263 D) in eine Schleimmasse eingebettet hervor. Bei der Keimung bildet sich ein Keimschlauch, der in das Gewebe des Wirtes eindringt und dann an seiner Spitze keulig anschwillt (Fig. 263 B), während sein auswärts gekehrtes Ende entleert und durch Membranlamellen abgeschlossen wird.

Geographische Verbreitung. *Phyllosiphon*-Arten sind in Europa, Afrika, Java, Nord- und Südamerika endophytisch in verschiedenen Araceen gefunden worden. *Phytophysa* mit ihren 2 Arten kommt endophytisch in den Urticaceen *Pilea oreophila* und *Boehmeria malabarica* in Java vor, und *Ostreobium*-Arten leben endozootisch in Muschelschalen oder Korallenstöcken in europäischen und nordamerikanischen Meeren sowie im Stillen Ozean.

Verwandtschaftsverhältnisse. Daß *Phyllosiphon* zu den *Siphonaceae* zu zählen ist, unterliegt keinem Zweifel, doch kann über die Stellung der Gattung in dieser Gruppe gegenwärtig nichts mit Sicherheit gesagt werden, weder ob sie (nach Schmitz) als den *Udoeteae* nahestehend oder, was allerdings wahrscheinlicher scheint, als eine stark reduzierte *Vaucheria*, die ihre gewöhnlichen Fruktifikationsorgane verloren und dafür Aplanosporen erhalten hat, aufzufassen ist.

Einteilung der Familie.

- A. Der Thallus besteht aus verzweigten Schläuchen.
 - a. Der Thallus ist endophytisch in Landpflanzen 1. *Phyllosiphon*.
 - b. Der Thallus ist endozootisch in Muscheln oder Korallen 3. *Ostreobium*.
- B. Der Thallus besteht aus einer beinahe kugeligen Zelle 2. *Phytophysa*.

1. *Phyllosiphon* Kühn in Sitzber. Nat. Ges. Halle a. S. (1878) 322 (Fig. 262). — Thallus endophytisch, die Interzellularräume der Wirtspflanze durchwuchernd, ohne in die Zellen

selbst einzudringen. Er besteht aus oft dichotomisch verzweigten, an der Spitze wachsenden, mehrkernigen Schläuchen ohne Querwände. Die Schläuche sind an der Spitze farblos, weiter hinten mit parietalen, scheibenförmigen Chromatophoren ohne Pyrenoid versehen. Sowohl Stärke wie Öl kommt als Speicherstoff vor. Vermehrung durch ovale oder runde Aplanosporen, deren Bildung in den Endverzweigungen beginnt und allmählich nach rückwärts schreitet. Die Aplanosporen enthalten einen Zellkern und eine Chlorophyllplatte und werden durch Aufquellen und Reißen der Schläuche frei. Außer den gewöhnlichen

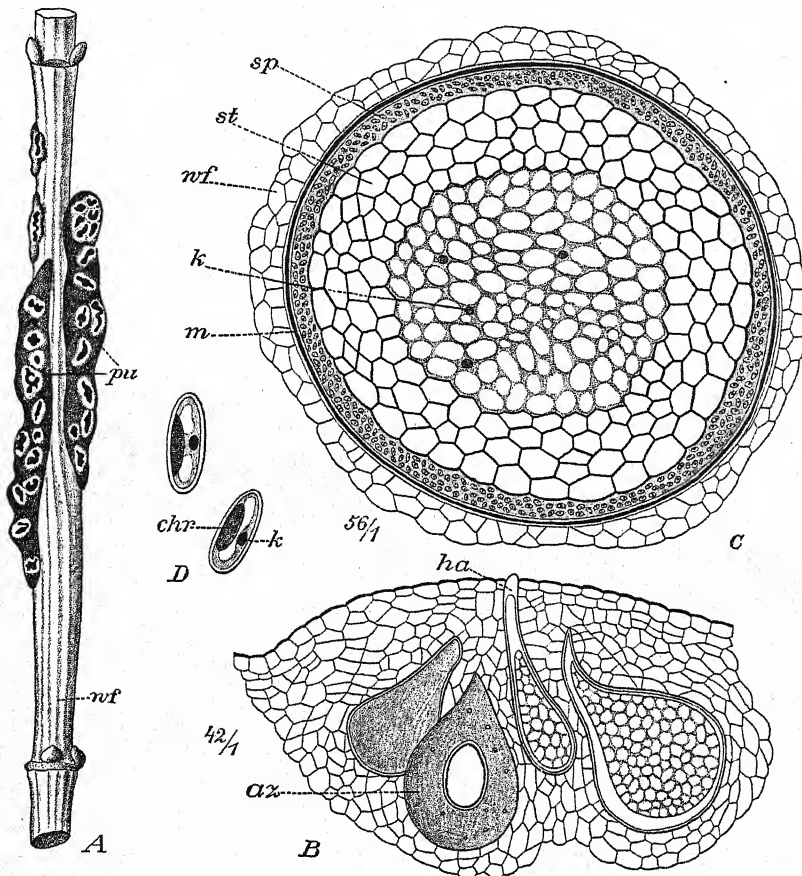


Fig. 263. *Phytophysa Treubii* Web. van Bosse. A *Pilea*-Sproß mit Pusteln (*pu*), natürliche Größe; B Schnitt durch eine Galle; C Algenzelle während der Sporenbildung; D Aplanosporen. *az* Algenzelle, *ha* Hals, *wlf* Wirtspflanze, *sp* Aplanosporen, *st* sterile Zellen, *k* Kern, *chr* Chromatophoren, *m* Membran. (Nach A. Weber van Bosse, B 42/1, C 56/1.)

Aplanosporen werden größere Makrosporen angegeben, die durch Wachstum aus den kleineren hervorgehen und ihrerseits wieder Aplanosporen liefern sollen. Die Sache ist nicht ganz klargelegt.

5 Arten endophytisch in den Blättern verschiedener Araceen. *Ph. arisari* Kühn in Europa, Afrika, Java und Nordamerika; *Ph. maximum* Lagerh., *Ph. philodendri* Lagerh. und *Ph. alocasiae* Lagerh. in Südamerika; *Ph. asteriforme* Tobler bildet sternförmige Flecke in den Blättern von *Zamioculcas zamiifolia* in Ostafrika.

2. **Phytophysa** Weber van Bosse in Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, Vol. VIII (1890) 185 (Fig. 263). — Die Alge bildet aus dem Grundgewebe der Rinde von Blättern, Blattstielen und Sprossen der Urticacee *Pilea* gelbe bis schwarz gefärbte Phycococcidien, in welchen der Thallus selbst eine chlorophyllgrüne, birnförmige Blase darstellt, ohne daß ein be-
 Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Bd. 3.

sonderes Gewebe Wirt und Parasit gegeneinander abgrenzt. Die Blase (von einer Größe bis 2,5 mm) ist von einer dicken oder dünnen Membran umgeben und enthält im vegetativen Zustand netzförmiges Protoplasma, hier und da mit einigen Zellulinkörnern und zahlreichen Kernen und Chromatophoren. Bei der Bildung der Aplanosporen wird zuerst eine dicke Protoplasmaschicht innerhalb der dicken Membran gebildet, zwischen dieser und dem innersten Protoplasma entwickelt sich ein Sack von parenchymatischen Zellen mit Zellulosewänden (Fig. 263 C). Die membranbekleideten Aplanosporen entstehen simultan aus dem äußeren, dicken Protoplasma, sind klein, oval, mit einem Zellkern und einem linsenförmigen Chromatophor; sie werden durch Zerreißen der Wirtspflanze frei.

2 Arten, *P. Treubii* Web. v. Bosse und *P. van Leeuwenii* Web. v. Bosse, endophytisch in *Pilea* und *Boehmeria* bei Buitenzorg, Java.

3. **Ostreobium** Bornet et Flahault in Bull. Soc. Bot. France, Vol. 36 (1889) CLXI (Fig. 264). — Der Thallus bildet reich verzweigte, teilweise netzartig anastomosierende, viel

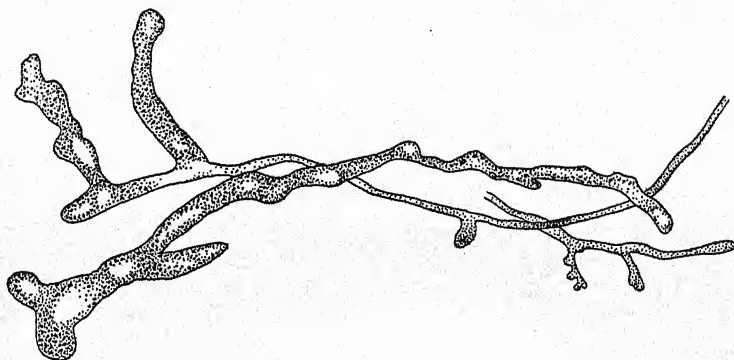


Fig. 264. *Ostreobium Quekettii* Bornet et Flahault. Teil zweier Schläuche. (Nach E. Bornet und Ch. Flahault, 189/1.)

kernige Schläuche, die unregelmäßig angeschwollen sind und selten Querwände aufweisen. Der Chromatophor ist wandständig, plattenförmig. Die Endverzweigungen quellen keulenförmig auf und bilden Aplanosporangien, in welchen viele kleine, rundliche Aplanosporen entstehen, die direkt zu neuen Fäden auswachsen.

2 Arten im Meere, *O. Quekettii* Born. et Flah. endozootisch in alten Muschelschalen in Europa und Nordamerika, und *O. Reineckeii* Born. endozootisch in Korallenstücken an den Samoa-Inseln und Neuseeland.

Anm. Nach G. N adson soll *Ostreobium Quekettii* Born. et Flah., dort, wo diese Alge an tieferen Stellen vorkommt, eine florideenrote Farbe annehmen und wird daher als identisch mit *Conchocelis rosea* Batters aufgefaßt. Ich kann dieser Auffassung aus verschiedenen Gründen nicht beistimmen. Zwar können — auch nach meinen Erfahrungen — die Fäden von *Ostreobium* gelegentlich eine rötliche Farbe annehmen, sie werden aber dadurch mit der im inneren Bau wesentlich verschiedenen *Conchocelis* nicht identisch. (Vgl. H. Printz, Die Algenveget. d. Trondhjemsfjordes in Det Norske Videnskaps-Akademis Skr. I, Matem. Naturv. Kl. [1926] No. 5, 257.)

Conjugatae

von

Henrik Printz.

Chlorophyllgrüne Algen, deren Zellen sich stets in der gleichen Richtung senkrecht zur Längsachse teilen, einzeln leben oder zu einreihigen Fäden verbunden bleiben und keine Kieselsäureeinlagerung in der Membran besitzen. Weder Zoosporen noch geißeltragende Gameten kommen bei irgendeinem Vertreter der *Conjugatae* vor. Durch Vereinigung zweier gleicher oder unter sich nur wenig verschiedener Gameten, welche aus dem ganzen (seltener nur aus einem Teile des) Protoplasmakörper vegetativer Zellen hervorgehen und keinerlei Bewegungsorgane besitzen (daher: Aplanogameten), entstehen Zygoten, welche nach längerer Ruhe unter Sprengung der äußeren Membranschichten sich direkt oder auf Umwegen zu neuen vegetativen Zellen umbilden. Bei der Keimung entstehen 4 haploide Kerne, von denen 1, 2 oder 4 Keimlinge bilden, während die übrigen zugrunde gehen. Zuweilen kommen außerdem derbwandige Dauerzellen (Akineten) oder durch Verjüngung des Protoplasmakörpers ungeschlechtlich erzeugte Fortpflanzungszellen (Aplanosporen) vor.

Die *Conjugatae* sind eine der natürlichsten und am besten begrenzten Gruppen der grünen Algen. Die in der letzten Zeit wieder auftauchende Auffassung, nach welcher die *Conjugatae* mit den *Bacillariales* zu einer gemeinsamen Gruppe *Acontae* oder *Zygophyceae* zu vereinigen wären, scheint unserer jetzigen Kenntnis dieser Algengruppen nicht zu entsprechen; es liegt in der Tat kein einziges ausreichendes Zeugnis einer phylogenetischen Verwandtschaft zwischen den beiden Gruppen vor. Wenn man auch die niedersten Formen der *Conjugatae* (z. B. *Mesotaenium*) mit in Betracht zieht, dann gibt es kaum irgendein für *Conjugatae* und *Bacillariales* gemeinsames Merkmal. Es besteht allerdings eine Ähnlichkeit im Kopulationsakt besonders der pennaten Bacillarien und der Conjugaten; eine genauere Prüfung des Tatbestandes zeigt jedoch, daß dies nur als eine Analogie — ein Fall von Konvergenz — zu betrachten ist und daß keine wirkliche Verwandtschaft zwischen diesen Gruppen bestehen kann. Dies wird auch durch die neuesten sero-diagnostischen Untersuchungen bestätigt. Nach den zytologischen Befunden ist es dagegen als höchstwahrscheinlich anzunehmen, daß sich die Conjugaten an die übrigen chlorophyllgrünen Algen nahe anschließen und einen recht früh abgetrennten Seitenast des Stammbaumes der Chlorophyceen bilden.

Die *Conjugatae* können folgendermaßen eingeteilt werden:

- I. **Desmidiaceae.** Einzelzellen oder einfache, lose zusammenhängende Fäden. 2 oder 4 Keimlinge aus einer Zygote.
 - A. **Saccodermeae.** Einzelzellen. 4 Keimlinge aus einer Zygote.
 - B. **Placodermeae.** Einzelzellen und reihenweise zusammenhängende Fäden. 2 Keimlinge aus einer Zygote.
- II. **Zygnemataceae.** Unverzweigte Fäden. 1 Keimling aus jeder Zygote.
 - A. **Zygnemeae.** Die Gameten entstehen unter starker Kontraktion direkt aus dem ganzen Inhalt der vegetativen Zellen.
 - B. **Zygogonieae.** Die kopulierenden Zellen sind Progametangien. Die Gameten entstehen in besonderen im Kopulationskanal gebildeten Zellen und verschmelzen ohne Kontraktion.
 - C. **Mesocarpeae.** Nur ein Teil des Inhalts der kopulierenden Zellen geht in die Zygote über.

Desmidiaceae.

Mit 11 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Ralfs, The British Desmidiaceae, London 1848. — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — A. de Bary, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten, Leipzig 1858. — G. C. Wallich, On Desmidiaceae from Lower Bengal (Annals a. Magaz. of Nat. Hist. Ser. 3, Vol. 5, London 1860). — W. Archer, Desmidiaceae, in Pritchard, History of Infusoria, 4 ed., London 1861. — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum aquae dulcis et submarinae, III, Lipsiae 1863, S. 101—228. — V. B. Wittrock, Anteckningar om Skandinavians Desmidiaceer (Nova Acta Soc. Upsal. Ser. 3, Vol. 7, 1869). — S. Berggren, *Ancylonema Nordenskiöldii* (Öfvers. af k. sv. Vet. Akad. Förhandl., Stockholm 1870). — P. M. Lundell, De Desmidiaceis, quae in Suecia inventae sunt (Acta soc. scient. Upsaliensis 1871). — O. Nordstedt, Nonnullae algae aquae dulcis brasiliensis (Öfvers. af k. sv. Vet. Akad. Förhandl., Stockholm 1877). — J. B. Delponte, Specimen Desmidiacearum subalpinarum, Turin 1876—78. — F. Wille, Desmids of the United States, Bethlehem 1884. — P. Hauptfleisch, Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen, Dissertat., Greifswald 1888. — J. B. de Toni, Sylloge Algarum, I. Chlorophyceae, Patavii 1889, S. 777—1236. — H. Klebahn, Studien über Zygoten, I. (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 22, Berlin 1890). — W. B. Turner, Algae aquae dulcis Indiae orientalis (K. sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 25, 5, Stockholm 1892). — C. F. O. Nordstedt, Index Desmidiacearum, Lundae 1896 Suppl., Berol. 1908. — G. Senn, Über einige kolonienbildende, einzellige Algen (Bot. Zeitung, Jahrg. 57, Leipz. 1899). — J. Lütke-müller, Die Zellmembran der Desmidiaceen (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. 8, Breslau 1902). — W. and G. S. West, A Monograph of the British Desmidiaceae, I, V, London 1904—1923. — J. Lütke-müller, Zur Kenntn. d. Gattung *Pentium* (Verh. k. k. zool. bot. Gesellsch. Wien 1905). — W. and G. S. West, Freshwater Algae from Burma, including a few from Bengal and Madras (Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta, Vol. VI, 1907). — Ch. Bernard, Sur quelques Alg. unicell. (Dep. Agricult. Indes Neerlandaises, Buitenzorg 1909). — J. Lütke-müller, Zur Kenntn. d. Desmidiaceen Böhmens (Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien, Bd. 60, 1910). — B. F. Lutman, Cell and nuclear division in *Closterium* (The Bot. Gaz. 1911). — Van Wisselingh, Über die Zellwand von *Closterium* (Zeitschr. f. Botanik, Bd. 4, 1912). — J. Lütke-müller, Die Gattung *Cylindrocystis* Menegh. (Verh. k. k. zool. bot. Gesellsch., Wien 1913). — E. Acton, Studies on nuclear division in Desmids. *Hyalothea dissiliens* (Ann. of Bot. 1916). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — J. Lütke-müller, Die Membran und die Zellteilung von *Closterium* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. 35, 1917). — N. Carter, Studies on the chloroplasts of Desmids. I—IV. (Ann. of Bot. 1919—1920). — L. Reverdin, Etude phytoplancton. exper. et descr. (Archiv Sc. phys. et nat. Genève, 1919). — H. W. Thurston, Sex in the Conjugatae and the relative frequency of the different types of conjugation (Bull. Torrey Bot. Club, Bd. 46, 1919). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, II. Aufl., Bd. I, Jena 1922). — A. de Puymaly, Nouveau mode de division cellulaire chez les Conjugées unicellulaires (Compt. Rend. Séanc. de l'Académie des Sc. 1923). — W. B. Grow, Variation and Hybridization in Isokontae and Akontae in Relation to Classification (Journ. of Genetics, Vol. XIV, 1924). — G. M. Smith, Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin, Part. II, Desmidiaceae (Bulletin 57 of the Wisconsin Geological and Natural History Survey, 1924). — K. M. Ström, Studies in the Ecology and Geographical Distribution of Freshwater Algae and Plankton (Revue Algologique Tom. I, No. 2 [1924] 127). — B. Schussnig, Die Systematische Stellung der Conjugaten (La Nuova Notarisia, 1925). — N. N. Woronichin, Über die Bedeutung der Variabilität in der Gattung *Closterium* Nitzsch (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — V. Czurda, Die Reinkultur von Conjugaten (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — A. Donat, Zur Kenntnis der Desmidiaceen des norddeutschen Flachlandes (Kolkwitz, Pflanzenforschung H. 5, 1926). — F. Steinecke, Die Zweischaligkeit im Membranbau von Zygnemalen und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Conjugaten (Botanisches Archiv, Bd. 13, H. 3—4, 1926). — Nelly Carter, Freshwater Algae from India (Rec. Bot. Survey India [1926] 9, 263—302). — K. M. Ström, Norwegian Mountain Algae (Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I Matem.-Naturvid. Klasse, No. 6, 1926). — N. N. Woronichin, Über die Bedeutung der Variabilität in der Gattung *Closterium* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53 [1926] 347). — A. Donat, Über die geographische Verbreitung der Süßwasseralgen in Europa (Repertor. spec. nov. regni vegetabilis, herausgeb. von Fr. Fedde, Beiheft, Bd. XLVI, 1927). — Emil Wehrle, Studien über Wasserstoffkonzentrationsverhältnisse und Besiedelung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg im Breisgau (Zeitschrift für Botanik, Bd. 19, H. 4—5, 1927).

Merkmale. Die Zellen zeigen in der Regel eine äußere Wandskulptur und sind meist durch eine Einschnürung in der Mitte in 2 symmetrische Hälften geteilt, oder es ist fast stets wenigstens eine symmetrische Verteilung des Inhalts vorhanden; die Membran be-

steht bei den meisten aus 2 übereinandergreifenden Schalenhälften; die Zellen leben entweder einzeln oder sind zu unverzweigten Zellreihen lose vereinigt. Die gesamte Protoplasamasse der kopulierenden Zellen geht in die Zygote über, welche beim Keimen eine Keimzelle bildet, die, ohne sich zu teilen oder auch nachdem sie dieses getan, 1, 2, 4 oder 8 neue Individuen hervorbringt.

Vegetationsorgane. Die 1zelligen Individuen leben entweder einzeln (z. B. *Closterium*, Fig. 271 E) oder bleiben nach der stets in der gleichen Richtung stattfindenden Zweiteilung zu unverzweigten Fäden vereinigt, welche keinen Gegensatz von Basis und Spitze besitzen (z. B. *Hyalotheca*, Fig. 275 K). Bei *Cosmocladium* (Fig. 273) sind die *Cosmarium*-ähnlichen Zellen durch Schleimfädenpaare zu verzweigten Familienstöcken vereinigt, und das in kalkhaltigen Wässern vorkommende *Oocardium stratum* bildet verkalkte Polster oder Krusten, die aus zahlreichen dichotom verzweigten Kalkröhren zusammengesetzt sind, welche untereinander annähernd parallel und senkrecht zum Substrat stehen. Die Kalkröhren sind mit Schleim gefüllt, und am oberen Ende sitzt eine grüne, *Cosmarium*-ähnliche Zelle (Fig. 272). Mit der Teilung der letzteren wird auch die Zahl der Kalkröhren vermehrt. Die Bildung dieser unter den Desmidiaceen ganz eigenartigen Krusten war bis zur neusten Zeit ganz unbekannt. Die grünen Zellen sind hier einzeln an den Enden von Gallertfäden befestigt. Durch die Photosynthese der lebenden Zellen wird dem umgebenden Wasser sein Gehalt an Kohlendioxyd entzogen, und das infolgedessen gefällte Kalziumkarbonat lagert sich an den Gallertfäden und Zellen ab, die somit allmählich von einem Gallertmantel umgeben werden. Um nicht ganz in Kalk eingeschlossen zu werden, scheiden die Zellen an ihrem basalen Ende immer mehr Gallerte aus, wobei die Zellen stetig aus ihren Kalkmänteln und über das Niveau der Krusten emporwachsen, während die Kalkablagerung unaufhörlich mitkommt. In dieser Weise entstehen allmählich die dicken Kalkkrusten, die in einem Jahre einen Dickenzuwachs bis zu 5 cm erfahren können.

Die Zellteilung von *Oocardium* geschieht wie gewöhnlich bei den Desmidiaceen durch Querteilung, und jede der Tochterzellen scheidet ihre eigenen Gallertfäden aus, die in der geschilderten Weise allmählich mit Kalk umgeben werden.

Im Bau der Zellen tritt vor allem die Eigentümlichkeit hervor, daß die Zellen aus zwei genau symmetrischen, durch eine Einschnürung in der Mitte (Isthmus) abgegrenzten Hälften bestehen (s. z. B. *Euastrum*, Fig. 273 H); indes fehlt diese Einschnürung manchen, so den halbmondförmigen Zellen von *Closterium* (Fig. 271 E); einige, wie *Spirotaenia* (Fig. 271 F) und *Mesotaenium* (Fig. 271 A), zeigen einfach zylindrische bis ovale Form der Zellen. Auch außer der mittleren Einschnürung kommen noch lappige Auszweigungen der Zelle vor, so z. B. bei *Micrasterias* (Fig. 274 B). Die Symmetrieebenen der beiden durch die Einschnürung getrennten Zellhälften fallen nicht immer zusammen, sondern schneiden sich meist unter einem spitzen Winkel, wie es besonders in der Drehung der Zellreihen zusammenhängender Individuen hervortritt.

Die Zelloberfläche besteht aus 2 Schichten von wechselnder Dicke; die äußere ist eine Kutikularschicht, die innere zeigt Zellulosereaktion, und in dieser finden sich häufig andere Substanzen (Pektin?) eingelagert. Gewisse Arten von *Penium* und *Closterium* enthalten zuweilen in der Membran Eisenverbindungen aufgespeichert, oft so reichlich, daß man von den fraglichen Arten Eisenskelette erhalten kann. Mit Ausnahme der Abteilung *Saccolomataceae* besteht die Membran der *Desmidiaceae* aus zwei Schalenhälften, deren Ränder zugespitzt sind und schalenartig übereinandergreifen. Diese Erscheinung, die auch an der Vereinigung der *Desmidiaceae* mit den *Bacillariales* die Hauptschuld trägt, läßt sich leicht von dem H-Stücke-Bau der Membran von *Zygogonium* und gewissen *Spirogyren* ableiten. Beim Zerfall der Fäden solcher *Zygnemataceen* bleiben die H-Stücke als Ganzes nicht erhalten, sondern spalten sich in ihre Hälften. Die beiden Schalenhälften der *Desmidiaceen* entsprechen den Hälften der beiden H-Stücke, die einstmals die Zelle einschlossen, als der fädige Zellverband noch nicht gelöst war. Der Teilungsmodus der *Desmidiaceae* läßt sich dadurch auf jenen der *Zygnemataceae*, also auf die Anlage H-förmiger Teilungsstücke zurückführen. Während der Teilung einer *Desmidiaceenzelle* sind an der neuen Querwand, die wie bei *Spirogyra* irisblendenartig nach innen wächst, bald zwei Lamellen erkennbar, welche bei Fadendesmidiaceen (*Hyalotheca*, *Desmidium* u. a.) in Zusammenhang bleiben, bei den meisten *Desmidiaceen* dagegen infolge Zerfalls der Teilzellen getrennt werden. Bei gewissen *Desmidiaceen*, wie *Closterium*, *Penium* u. a., spalten sich diese beiden La-

mellen sehr frühzeitig, lange bevor die neuen Hälften ausgewachsen sind. Diejenige Schalenhälfte, die unter die andere greift, ist stets die jüngere. An der Membran einiger *Closterium*-Arten sind Gürtelbänder ähnlich denen bei *Oedogonium* zu beobachten; jedes Gürtelband entspricht auch hier einer Zellteilung. An der Außenfläche treten gewöhnlich hohle Klammern, Warzen, Stacheln oder Streifen hervor, oder es finden sich Vertiefungen. Diese Skulpturen entstehen erst nach völliger Ausbildung der Membran, was vielleicht darauf deuten kann, daß die Skulpturen jüngeren Ursprungs sind und daß die Vorfahren sie noch nicht besessen haben. Fast alle *Desmidiaceae* besitzen in ihrer Membran bestimmt angeordnete feine Poren (Fig. 265 A), durch welche fadenförmige, köpfchenartig verdickte Protoplasmafortsätze sich nach außen erstrecken; von diesen Fortsätzen geht die Bildung der Gallerte aus, welche in Form von meist prismatischen Kappen jene Fortsätze überdeckt (Fig. 265 B) und durch Zusammenschluß der einzelnen Kappen eine vollständige Hülle bilden, ja selbst (Arten von *Mesotaenium*, *Closterium*) mehrere Individuen einschließen kann; wo diese Gallertbildung lokalisiert ist (z. B. Arten von *Closterium*), erscheint sie in Form von Gallertstielen.

Der Protoplasmakörper enthält einen in der Mitte der Zelle liegenden Zellkern und 1 oder mehrere chlorophyllgrüne Chromatophoren. Die Chromatophoren der *Saccodermeeae* sind mit ganz wenigen Ausnahmen sehr einfach und bestehen aus einem

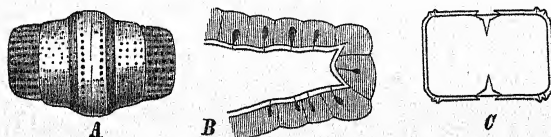


Fig. 265. A Zelle von *Bambusina Brebissonii* Kütz., von außen gesehen, die Verteilung der Poren in der Membran zeigend (950/1). — B Membranstück von *Staurastrum bicornis* Hauptfl. mit Porenknöpfen und Gallertprismen (nach einem gefärbten Präparate) (950/1). — C Zellwand von *Hyalotheca mucosa* Ehrh. während der Zellteilung; das Mittelstück ist bereits gebildet und zeigt den Ansatz der Querwand (950/1). (Nach Hauptfleisch.)

oder mehreren Spiralbändern (z. B. *Spirotaenium*, Fig. 271 F, und *Genicularia*, Fig. 274 D) oder liegen meist axil in Form einer mittelständigen Platte (z. B. *Roya*, *Mesotaenium*, Fig. 271 A, und *Gonatozygon*, Fig. 274 C). *Netrium* hat jedoch einen axilen Chromatophor aus mehreren strahlenförmig divergierenden Chlorophyllplatten. Bei den *Placodermeeae* sind die Chromatophoren komplizierter gebaut; sie sind vor kurzem Gegenstand

eines sorgfältigen Studiums von Nelly Carter gewesen (1919—1920). Sie kommen einzeln oder zu mehreren in jeder Zellhälfte vor und können axil oder parietal sein; der Chromatophor ist meistens konstant, doch kommen bei gewissen Arten, und zwar bei verschiedenen Individuen einer und derselben Art, einige merkwürdige Variationen in bezug auf den Chromatophor vor. Bei Gattungen wie *Closterium*, *Tetmemorus* und *Staurastrum* besteht der Chromatophor ungefähr wie bei *Netrium*, aus einem in der Achse der Zelle verlaufenden, annähernd zylindrischen oder kegelförmigen Mittelstück, von welchem mehrere bis zahlreiche Platten ausstrahlen. Die *Euastrum*-Arten haben meist in jeder Zellhälfte einen kleinen axilen Chromatophor, von dem längsverlaufende, am Rande sehr ausgebreitete und gelappte Platten sich in verschiedener Weise abzweigen. *Micrasterias* besitzt in jeder Zellhälfte eine axile, mit Pyrenoiden übersäte Platte, die in alle Vorsprünge und Abschnitte der Zelle Strahlen entsendet. Von dieser mittelständigen Platte gehen aber mehrere Längsrippen gegen die Wandfläche aus; bei *Micrasterias pinnatifida* z. B. (Fig. 266 3) streckt die Chromatophorplatte zwei Lippen (r_1 , r_2) gegen die Kante vor und schiebt außerdem ein Paar von Platten ungefähr in der Zellmitte gegen jede Wandfläche (m). Bei den *Xanthidium*- und *Cosmarium*-Arten handelt es sich meist um zwei axile Chromatophoren in jeder Zellhälfte; es kommen hier aber auch 4 parietale Platten in jeder Hälfte vor usw. Doch würde es zu weit führen, an dieser Stelle näher darauf einzugehen; für alle Einzelheiten muß ich auf die oben erwähnten Untersuchungen von Nelly Carter verweisen. In der Mitte der Zelle, wo der Zellkern liegt, ist der Chromatophor entweder durchbrochen, oder es befindet sich hier eine Lücke zwischen den Chromatophoren der beiden Zellhälften.

Die Pyrenoide, in Ein- oder Mehrzahl, bilden entweder das Zentrum für die Chromatophoren oder sind in denselben verteilt. Zwischen dem wandständigen Plasma und der axilen Partie desselben befindet sich gewöhnlich ein Safttraum, welcher zuweilen, z. B. bei *Ancylonema*, *Mesotaenium violascens*, *M. purpureum* von Phykoporphyrin purpurn gefärbt ist.

Bei einigen Gattungen (z. B. *Closterium*, *Pleurotaenium*, *Penium*) liegt in jedem Ende der Zelle eine runde oder ovale Vakuole, in welcher sich Gipskristalle in lebhafter Bewegung befinden. Diese Gipskristalle entstehen im Plasma, um erst später in die Vakuolen eingeführt zu werden. Die Bewegung, die diese Kristalle aufweisen, ist z. T. eine sog. molekulare, z. T. aber wird sie durch die Plasmaströme bedingt, welche die Vakuole umkreisen und deren wässerigen Inhalt in Mitleidenschaft ziehen.

Bewegungserscheinungen zeigen sich an den einzeln lebenden Zellen; dieselben sind zwar nicht sehr auffallend, äußern sich aber schon darin, daß die Zellen sich an den beleuchteten Stellen des Wassers ansammeln; die Bewegung ist bald eine gleitende, bald eine pendelnde mit festhaftendem einen Ende, wobei auch ein periodischer Wechsel zwischen den beiden Enden eintreten kann, bald ein Emporkriechen an vertikalen Glaswänden. Licht und Schwerkraft spielen jedenfalls eine Rolle dabei; auch steht die Be-

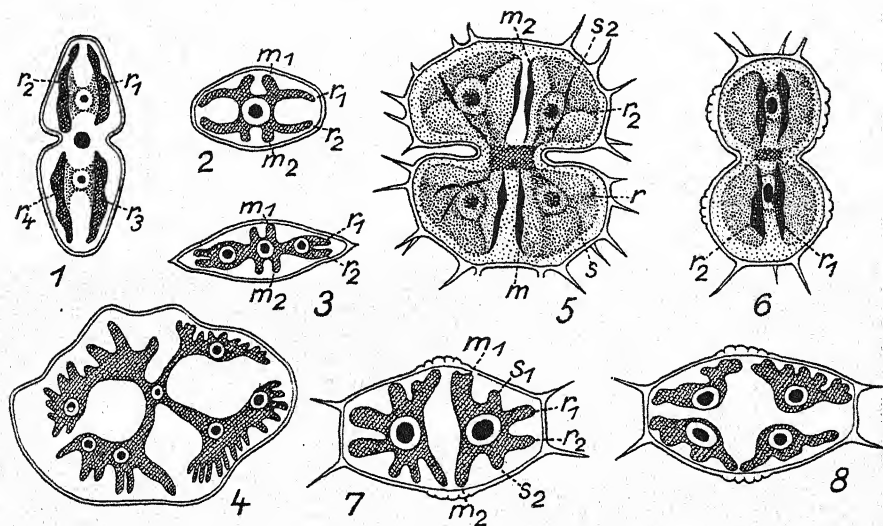


Fig. 266. Chromatophorenbau verschiedener Desmidiaceen. 1, 2 *Euastrum dubium* Nägl. Optischer Querschnitt, von der Seite bzw. von oben gesehen. — 3 *Micrasterias pinnatifida* Ralfs. Optischer Querschnitt. — 4 *Euastrum crassum* Kütz. Querschnitt. — 5–8 *Xanthidium Brebissonii* Ralfs. 5 Frontansicht; 6 Seitenansicht; 7, 8 optische Querschnitte. *r* Rand, *m* Mittel, *s* Seitenplatten. (Nach Nelly Carter aus Oltmanns.)

wegung mit der Ausscheidung der Gallerte in Zusammenhang. Es handelt sich niemals um Schwimmbewegungen frei im Wasser, wie bei den begeißelten Schwärmern, sondern ein festes Substrat ist stets erforderlich. (Näheres hierüber s. bei Klebs, in Biol. Centralbl., V, 1885, S. 353–367, und bei Stahl, in Botan. Zeitung 1880, S. 393–400.)

Die Zellteilung findet (abgesehen von der ersten Teilung der Keimzellen, worüber s. unten S. 5) stets in derselben Richtung statt; es bilden daher die Individuen, wenn sie miteinander vereinigt bleiben, unverzweigte Zellreihen. Alle Individuen sind in gleicher Weise teilungsfähig. Wo die Zellmembran (wie bei fast allen *Desmidiaceae* außer den *Saccodermeeae*) aus 2 Schalen besteht, erfolgt in der Regel bei der Teilung kein Aufreißen der Membran, sondern ein Auseinanderweichen der beiden Schalen; es wird nämlich ungefähr gleichzeitig mit der Teilung des Zellkernes und der Chromatophoren in der Mittellinie zwischen den beiden Zellhälften ein kurzes, zylindrisches Membranstück auf der Innenseite der Membran eingeschaltet, welches mit seinen beiden Rändern unter die beiden Schalen untergreift (Fig. 265 C). An dieses Mittelstück setzt sich innen eine schmale Ringleiste, welche, allmählich gegen die Mitte zu sich irisblendenartig verbreiternd, schließlich zur vollständigen Querwand wird. Diese letztere spaltet sich in 2 Lamellen, und indem auch das Mittelstück sich in 2 Hälften zerlegt, sind nunmehr die beiden Tochterzellen gegeneinander abgegrenzt. Jede Tochterzelle gleicht aber nur einer Zellhälfte der Mutterzelle und nimmt die vollständige Gestalt der letzteren dadurch an, daß von der neugebil-

deten, stark in die Fläche sich ausdehnenden Schale umschlossen, eine zweite Hälfte unter entsprechender Veränderung der Chromatophoren heranwächst (Fig. 267, I—III). Die jungen Schalenhälften sind anfänglich ganz glatt, erst später treten die durch die Art bestimmten Wandskulpturen, die Poren usw. auf.

Von diesem allgemeinen Typus finden sich verschiedene Abweichungen und Modifikationen. Bei *Bambusina* (Fig. 268) bildet sich durch Spaltung der neugebildeten Querwand ein kleiner Zwischenraum (Fig. 268 a); durch Flächenwachstum entsteht, ähnlich wie bei gewissen *Spirogyra*-Arten, eine ringförmige Falte (Fig. 268 b), welche schließlich (c) gleich einem eingestülpten Handschuhfinger ausgezogen wird, so daß die 2 Tochterzellen sich nur an der innerhalb der Ringfalte liegenden Strecke berühren; inzwischen wächst auch die Außenwand in der Nähe der Einschnürung und bildet dort beiderseits je 1 neuen Zahn. Ähnlich verhält sich auch *Desmidium*. — Ein Aufreißen der Zellmembran bei der Teilung findet nur bei den mit Querbinden versehenen Arten von *Penium* und *Closterium* statt, und zwar in nächster Nähe des Randes der beiden Schalen, so daß mit der älteren übergeifenden Schale ein schmaler Ring der jüngeren

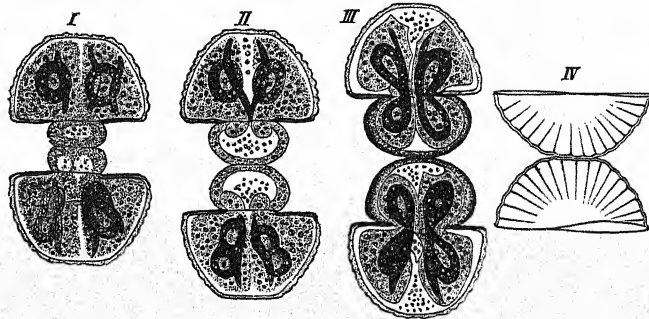


Fig. 267. I—III Teilungsstadien von *Cosmarium botrytis* Menegh. IV Von den neuen Halbzellen abgeworfene Membranstücke (390/1). (Nach De Bary.)

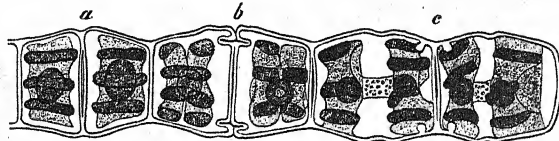


Fig. 268. a—c Teilungsstadien von *Bambusina Brebissonii* Kütz. (750/1). (Nach De Bary.)

in Verbindung bleibt. Ähnlich erfolgt ein Aufreißen bei der Bildung der Gürtelbänder einiger Arten genannter beider Gattungen (Näheres hierüber s. bei Hauptfleisch a. a. O., sowie auch bei Alfr. Fischer, in Botan. Zeitg. 1883, S. 225 ff., Taf. III). — Bei *Cosmarium botrytis* und anderen Arten, bei *Pleurotaenium*, zuweilen auch bei Arten von *Staurostrum* und *Penium Ralfsii* werden die neugebildeten Schalen der jungen Zellen alsbald wieder abgeworfen und durch neue ersetzt (Fig. 267 IV), wobei die Schwesterzellen nach entgegengesetzten Seiten aus den Schalen hervorgleiten. Ob hierbei Gallertbildung zwischen diesen beiden Membranen stattfindet, ist zweifelhaft geworden. — Zuweilen (z. B. bei *Micrasterias*) erfolgen die Teilungen so rasch nacheinander, daß bis zum Eintritt der neuen Teilung die jüngste Hälfte noch nicht Form und Skulptur der Mutterzelle angenommen hat; auf diese Weise entstehen Formen von einfacherem Aussehen. Für weitere Aufschlüsse wird auf die größeren Handbücher (West 1916, Oltmanns 1922 bis 1923) verwiesen.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Durch Kopulation der Protoplastmakörper zweier von gemeinsamer Gallerte umgebener Zellen, zwischen welchen keinerlei Geschlechtsdifferenz wahrnehmbar ist, wird eine Zygote (Zygospore) gebildet. In der einfachsten Form geschieht dies bei *Mesotaenium*; hier wachsen an je einer im voraus nicht zu bestimmenden Stelle der beiden kopulierenden Zellen kurze Kopulationskanäle hervor, welche nach dem Aufeinandertreffen durch Auflösung der sie trennenden Wand sich vereinigen. Die Protoplastmakörper der beiden Zellen fließen sodann, ohne sich zu kontrahieren, beinahe wie zwei Wassertropfen zusammen; die Membran der Zygote kommt dann in der Regel (unbedeutende Kontraktion findet zuweilen statt) unmittelbar an die Membran der beiden kopulierten

Zellen zu liegen. — Bei den übrigen *Desmidiaceae* liegen die kopulierenden Zellen entweder kreuzweise (z. B. bei *Cosmarium*, Fig. 269 A, *Staurastrum*) oder auch parallel (z. B. bei *Penium*, *Closterium*). Von der Seite, welche sie einander zuwenden, wird je 1 kurzer, zylindrischer Kopulationskanal ausgesandt (Fig. 269 A, B), welcher halbkugelig anschwillt; nach Auflösung der trennenden Wand ziehen sich die beiden Protoplastmakörper aus ihren Membranen heraus und vereinigen sich in dem von einer Gallerthülle umgebenen Zwischenraum (Fig. 269 C). Das Protoplasma kontrahiert sich zu einer Kugel, welche sich mit einer Membran umgibt (Fig. 269 D); letztere besteht im fertigen Zustande aus 3 Schichten, deren äußerste einfache oder verzweigte Stacheln besitzt (Fig. 269 E, F). — Von diesem typischen Verlaufe finden jedoch verschiedene Abweichungen statt. So füllt die Zygote bei gewissen Arten von *Closterium*, *Cylindrocystis* und *Penium* auch noch einen Teil der Mutterzellmembran aus; oder sie wird (*Desmidium*) in der einen Mutter-

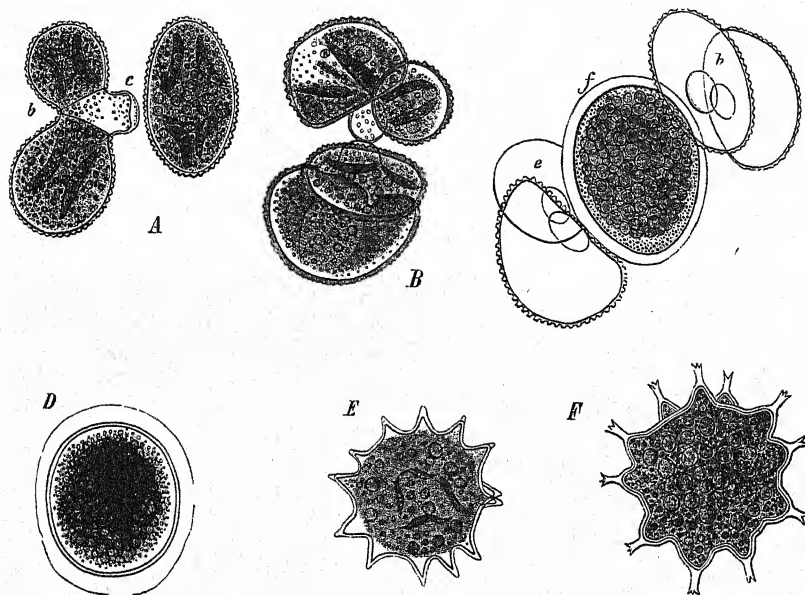


Fig. 269. Konjugation von *Cosmarium botrytis* Menegh. A, B Vorbereitende Stadien; C Bildung der Zygote; D, E weitere Entwicklungsstadien und F reifer Zustand derselben (390/1). (Nach De Bary.)

zelle gebildet; oder endlich es entstehen (bei gewissen Arten von *Closterium*, *Cylindrocystis* und *Penium*) 2 nebeneinanderliegende Zygoten. Die geschlechtliche Fortpflanzung kommt bei den *Desmidiaceae* nicht eigentlich häufig vor und ist bei einer großen Menge von Arten bisher überhaupt nicht nachgewiesen. Es kommt bei der Kopulation übrigens eine Reihe von Modalitäten vor, auch innerhalb einer und derselben Gattung; ich verweise auf die Handbücher (West, Oltmanns).

Parthenogenesis ist bei *Closterium*, *Cosmarium* und wohl auch anderen Gattungen beobachtet worden. Bei der Keimung der Parthenospore von *Cosmarium* entstehen infolge zweier Teilungen 4 Kerne, 1 Großkern und 3 Kleinkerne; nur der erstere bleibt erhalten; es entsteht demnächst zuerst nur ein Tochterindividuum, das sich später teilt.

Auch Fälle von Bastardierung zwischen verschiedenen Arten der *Desmidiaceae* sind bekannt, z. B. *Euastrum Didelta* \times *E. humerosum*.

Die Keimung der Zygoten erfolgt erst nach einer längeren Ruheperiode. Es entwickelt sich dabei nicht direkt ein neues Individuum, sondern es bildet sich eine Keimzelle, welche entweder außerhalb der Membran der Zygote sich zu einem neuen Individuum ausbildet oder durch Teilung inner- oder außerhalb der Sporenmembran mehrere neue Individuen erzeugt. Der erstere einfachere Fall findet sich bei *Closterium* und *Genicularia*, wo die Keimzelle von der innersten Membranschicht der Zygote

umschlossen aus den gesprengten äußeren Membranschichten derselben hervortritt in Form einer kugeligen oder ovalen Zelle; dieselbe verlängert sich und nimmt das Aussehen der normalen Individuen an. — Bei *Cylindrocystis* und *Mesotaenium* teilt sich der Inhalt der Zygote in 2, 4 (oder zuweilen 8) Teile, die sich mit Membranen umgeben und durch Sprengung der Membran der Zygote frei werden; die hervortretenden Individuen haben nahezu die normale Form. — Bei *Staurostrum* und *Cosmarium* (Fig. 270) teilt sich die Keimzelle nach dem Austreten aus der gesprengten Sporenmembran (Fig. 270 A) in 2 Zellen (Fig. 270 B, C), welche sich zu 2 kreuzweise gegeneinander liegenden Individuen von einfacherem Bau entwickeln (Fig. 270 D), indem deren Membran noch der charakteristischen Skulptur entbehrt. Nach Auflösung der sie gemeinsam umschließenden Membran teilen sie sich in der gewöhnlichen Weise; jedoch erhalten die neu zuwachsenden Hälften nunmehr, wie auch fernerhin, eine rauhe Membran (Fig. 270 G); 2 Individuen behalten indes nach dem oben geschilderten Teilungsmodus stets die eine glatte Membranhälfte der Keimzellen.

Die Kerne und Chromatophoren der kopulierenden Aplanogameten bleiben nach der Kopulation in der Zygote bis zur Keimung getrennt. Bei der Keimung vereinigen sich

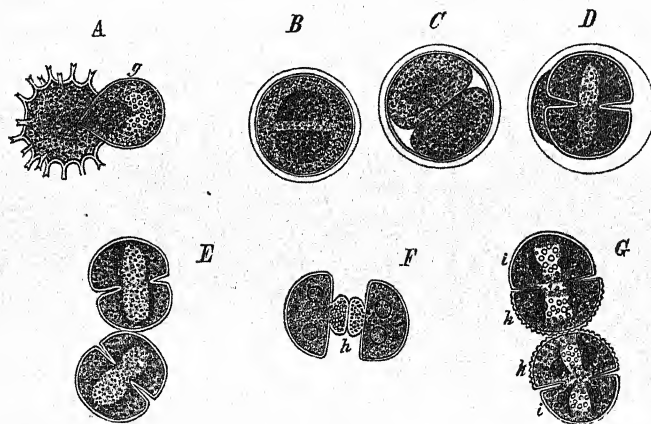


Fig. 270. Keimung der Zygote von *Cosmarium botrytis* Menegh. A—G Aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien (190/1). (Nach De Bary.)

die Kerne und teilen sich sofort. Diese Teilung ist eine heterotypische, wodurch die Zahl der Chromosomen wieder herabgesetzt wird. Hierbei werden dort, wo die Zygote mit zwei Tochterzellen (z. B. *Closterium*, *Cosmarium*) keimt, zwei haploide Kerne gebildet. In jeder Tochterzelle teilt sich jedoch der Kern sofort wieder mitotisch in einen Groß- und einen Kleinkern, welcher letzterer allmählich verschwindet, wahrscheinlich aufgelöst wird. Die Chromatophoren der ♂ Aplanogameten werden wahrscheinlich aufgelöst. Bei den *Saccodermeae* dagegen bleiben alle vier Produkte der Tetradenteilung lebensfähig.

Die Zygote stellt in allen Fällen die diploide Phase sämtlicher Vertreter der *Conjugatae* dar, und zwar sie allein; alle vegetativen Zellen vor- und nachher sind haploid.

Geographische Verbreitung. Die *Desmidiaceae* kommen fast nur in süßem Wasser vor, und nur ganz wenige finden sich auch in schwach brackischem Wasser, wie z. B. *Cosmarium salinum*, *Closterium acerosum* var. *elongatum* und wenige andere. Sie fehlen in den Meeren. Ruhiges Wasser wird von ihnen bevorzugt, und sie kommen besonders in Torfsümpfen vor, wo sie oft massenhaft auftreten können; auch in kleinen Wasseransammlungen und als Planktonten sind sie häufig zu treffen. Einige finden sich auch an nassen Felswänden, zwischen Moosen und auf nassem Erdboden. Auf nassen Felsen in Norwegen sind z. B. folgende häufig anzutreffen: *Cosmarium Etchachanense*, *Cosm. decedens*, *Cosm. nasutum*, *Cosm. Nordstedtianum*, *Staurostrum pileolatum*, *St. Donardense*, *St. Meriani*, *Tetmemorus laevis*, *Penium curtum*, *Cylindrocystis Brebissonii*.

Die Verbreitung der *Desmidiaceen* scheint in erster Linie von derjenigen gewisser Gewässertypen abhängig zu sein und nur in geringerem Grade von den klimatischen Fak-

toren, insbesondere gilt dies von den Temperaturverhältnissen. Von den zahlreichen Umweltfaktoren scheint u. a. die Wasserstoffionenkonzentration eine ganz hervorragende physiologische Wirkung zu haben und in den verschiedenen Gewässertypen einer der wichtigsten Faktoren für die Verbreitung der Desmidiaceen zu sein. Die meisten sind ausgeprägt kalkiphob, und nur ganz wenige sind an Kalk gebunden, wie z. B. *Cosmarium dovreense* und *Oocardium stratum*. Die Hauptmasse scheint verunreinigtes und basisch reagierendes Wasser zu meiden (Ph wesentlich > 7). Auf stark saure Wasserstellen scheinen — soviel wir jetzt wissen — folgende beschränkt zu sein: *Netrium oblongum*, *Penium polymorphum*, *Cosm. Cucurbita*, *Cosm. Palangula*, *Cosm. docidioides*, *Cosm. pygmaeum*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *Tetmemorus Brebissonii*, *Penium spirostriolatum*, *Cosmarium venustum*, *Staurastrum Simonyi*, *St. margaritaceum* u. v. a.; hierzu gesellt sich auch *Eremosphaera viridis*.

Typisch für mäßig saure Gewässer sind viele *Euastrum*-, *Micrasterias*- und *Closterium*-Arten, z. B. *Euastrum ansatum*, *E. oblongum*, *E. Didelta*, *E. verrucosum*, *Spirotaenia condensata*, *Micrasterias rotata*, *M. pinnatifida*, *M. papillifera*, *M. denticulata*, *Desmidium cylindricum* u. a.

Weniger anspruchsvoll und mit größerer Bewegungsfreiheit in dieser Hinsicht scheinen z. B. folgende zu sein: *Cosmarium humile*, *Cosm. reniforme*, *Closterium moniliferum*, *Clost. Leiblinii*, *Clost. parvulum*, *Clost. acerosum*, *Hyalotheca dissiliens*; diese finden sich auf fast allen Stufen der vorhandenen natürlichen Ph-Skala.

In dauernd alkalischen Gewässern kommen nur sehr wenige Desmidiaceen vor; an solchen Lokalitäten treten bisweilen zwischen Algen wie *Cladophora*-Arten, *Mischococcus confervicola* u. a. *Cosmarium Turpinii* auf.

Repräsentanten fast sämtlicher Gattungen kommen in allen Erdteilen vor, doch ist es auffallend, daß sie auf dem antarktischen Kontinent nur äußerst spärlich vorhanden sind.

Die alte Auffassung, wonach die *Desmidiaceae* fast alle kosmopolitisch wären, muß berichtigt werden. Zwar scheinen viele, ungefähr die Hälfte der bekannten Arten, fast Ubiquisten zu sein, andere dagegen zeigen eine ganz bestimmte geographische Verbreitung und kommen nur in begrenzten geographischen Bezirken, auf bestimmtem geologischem Untergrund oder in bestimmter Höhe über dem Meere vor. Die verschiedenen Arten der *Desmidiaceae* zeigen so ausgeprägte geographische Eigentümlichkeiten, wie fast keine andere Gruppe der grünen Algen. Man kann deshalb eine Reihe bestimmter geographischer Verbreitungsgebiete unterscheiden; so lassen sich z. B. ein indo-malaischer, afrikanischer, amerikanischer, arktischer, kaledonischer Typus usw. gut auseinanderhalten. Einen beschränkten Verbreitungsbezirk besitzen nur wenige Gattungen, so wurde *Phymatodocis* bislang nur in Amerika und Neuseeland und *Streptonema* nur in Ostindien angetroffen.

Der in phytogeographischer Hinsicht am besten erforschte Erdteil ist Europa, und obwohl auch hier noch manche Lücken auszufüllen sind, lassen sich für Europa doch mit aller wünschenswerten Schärfe ein atlantisches, ein atlantisch-subarktisches und ein arktisch-alpines Florenelement unter den Süßwasseralgen unterscheiden. Als Leitformen für das atlantische Verbreitungsgebiet können folgende gelten: *Staurastrum verticillatum*, *Docidium undulatum*, *Xanthidium Smithii* und *Arthrodesmus Bulnheimii*. Alle 4 Arten gehören dem durch massenhaftes Auftreten von *Erica tetralix* gekennzeichneten Gebieten.

Das atlantisch-subarktische Gebiet, das im wesentlichen die Küstenländer der Nord- und Ostsee, die Britischen Inseln, Fennoskandia und Deutschland umfaßt, ist besonders durch *Staurastrum brasiliense* var. *Lundellii*, *St. longispinum* und *St. ophiura* gekennzeichnet; diese kommen auch im atlantischen Nordamerika vor. Hieran schließen sich als akzessorische Komponenten *Micrasterias radiata*, *Cosmarium connatum*, *Staurastrum artiscum*, *St. sexangulare* u. a.

Eine arktisch-alpine Verbreitung zeigen u. a. *Staurastrum Meriani*, *St. capitulum*, *St. insigne*.

In Norwegen zeigt die Desmidiaceenflora bis hinauf zum Birkenwaldgürtel oder noch etwas höher, kein arktisch-alpines Gepräge. Wird aber diese Grenze überschritten, und sie ist oft sehr scharf, ändert sich der Charakter der Algenvegetation recht schnell; eine Menge in den Tieflandgebieten verbreiteter und dominierender Arten hören auf und werden

durch verschiedene arktische Arten ersetzt, wie z. B. *Cosmarium anceps*, *Cosm. crenatum*, *Cosm. cyclicum* var. *arcticum*, *Cosm. costatum*, *Cosm. galeritum*, *Cosm. Novae-Semlajae*, *Euastrum crassicolle*, *Penium Mooreanum*, *Staurastrum Acarides*, *St. aculeatum*, *St. arcticum*, *St. Bieneanum* f. *Spetsbergensis*, *St. Kjellmani* u. a. Noch höher sind unter den meist charakteristischen zu erwähnen: *Cosmarium Finmarkiae*, *Cosm. hexalobum* var. *rossicum*, *St. Bohlinianum*, *St. capitulum* var. *Spetsbergense*, *St. lanceolatum* var. *ellipticum*, *St. pachyrhynchum* und *St. rhabdophorum*. *Euastrum tetralobum* ist streng arktisch.

Gewisse Desmidiaceen kommen auf sogen. Schneeboden vor, Stellen, wo der Boden normal bis zur Mitte des Juli oder noch länger von Schnee bedeckt ist und vom Schmelzwasser der Firnfelder befeuchtet wird. Für diese Lokalitäten ist *Cosmarium nasutum* charakteristisch. Die Desmidiaceen gehen somit bis auf die Region des ewigen Schnees und Eises hinauf. Selbst diese Region ermangelt der Desmidiaceen nicht, indem die Firnfelder gewisse Desmidiaceen wie *Ancylonema Nordenskiöldii* und bisweilen auch Arten von *Mesotaenium* beherbergen.

Verwandschaftliche Beziehungen. Die *Desmidiaceae* sind von der folgenden Familie der *Zygnemataceae* nicht scharf geschieden, wenn auch die einzeln lebenden *Desmidiaceae* habituell von letzteren abweichen. Über die phylogenetische Entwicklung ist man noch im unklaren, und viele Auffassungen sind im Laufe der Zeit ausgesprochen worden. Nach einigen Autoren stellen die Desmidiaceen die primitivsten Conjugaten dar, von welchen sich die Zygnemataceen weiterentwickelt haben. Ganz entgegengesetzte Anschauungen leiten dagegen die Zygnemataceen direkt von den *Chaetophorales* ab, und die Verbindung mit den Desmidiaceen erfolgt demnach in der Richtung der Vereinfachung der Formen. Hier soll also nicht der allermeist angenommene Aufstieg von den einfacheren Formen zu den komplizierteren, sondern das Reduktionsprinzip verwirklicht sein. Endlich ist auch die Möglichkeit nicht zu übersehen, daß die Desmidiaceen keine einheitliche Gruppe darstellen, daß nämlich die *Saccodermeae* eigentlich nicht zu den Desmidiaceen gehören; sie sollen auf einer eigenen, von den *Placodermeae* unabhängigen Entwicklungslinie aus einzelligen Vorfahren entstanden sein.

Nach den allerneuesten Untersuchungen hat sich eine sehr interessante Übereinstimmung im Membranbau und Teilungsmodus der Desmidiaceen und einiger Zygnemataceen herausgestellt, wonach wohl mit aller Sicherheit feststeht, daß eine nähere Verwandtschaft zwischen diesen Algengruppen besteht. Nach ebendiesem Befunde hat man jetzt anzunehmen, daß die Zygnemataceen älter sein müssen als die Desmidiaceen. Auch die hochanerkannten Desmidiaceenforscher W. und G. S. West leiteten die Desmidiaceen von den fädigen Zygnemataceen ab. Die Zygnemataceen sollten danach die primären und die Desmidiaceen davon abgeleitete Formen sein, welche den zelligen Fadenverband gelöst haben. Nach meiner Meinung scheint viel für die Richtigkeit dieser Auffassung zu sprechen. Es würde hier aber zu weit führen, auf diese Erörterungen näher einzugehen, und ich verweise auf die ausführliche Darstellung von West, l. c. 1916, S. 376, von Schussnig, l. c. 1925, S. 319, und Steinecke, l. c. 1926.

Einteilung der Familie.

Eine scharfe Abgrenzung einzelner Abteilungen erscheint nicht durchführbar; doch stehen augenscheinlich mehrere der unten aufgezählten Gattungen in naher gegenseitiger Beziehung. So bilden *Mesotaenium*, *Ancylonema* und *Cylindrocystis* eine natürliche Gruppe, innerhalb welcher scharfe Grenzen besonders schwer zu finden sind. Einerseits schließt *Mesotaenium* sich sehr nahe an *Ancylonema* an, mit welcher Gattung es die Chlorophyllplatte und den farbigen Zellsaft gemein hat, doch unterscheidet sich *Ancylonema* dadurch etwas, daß die Zellen nach der Teilung in der Regel noch eine längere Zeit miteinander zusammenhängen; dies kann auch bei *Cylindrocystis* vorkommen. Durch *Penium* steht die Gruppe mit *Closterium*, *Staurastrum* und *Cosmarium* in Verbindung. — *Closterium*, welches sich einerseits durch Formen wie *Cl. naviculoides* Wille sehr nahe an *Penium* anschließt, andererseits sich durch Formen wie *Cl. didymotocum* Corda und *Cl. hirudo* Delp., die zuweilen Andeutungen von spiralförmigen Chlorophyllbändern zeigen, an *Spirotaenia* anlehnt, zeigt auch in der Bildung der Zygoten eine Übereinstimmung sowohl mit *Penium* als *Spirotaenia*, indem die Zygoten bei *Cl. calosporum* Wittr. jenen von *Spirotaenia truncata* Arch. sehr ähnlich sind.

Die Gattungen *Cosmarium*, *Arthrodesmus*, *Xanthidium* und *Staurastrum* bilden eine natürliche und aus nahe verwandten Gattungen bestehende Gruppe, welche durch gewisse *Cosmarium*-Arten sowohl mit *Penium* als auch mit *Euastrum* in so naher Verbindung steht, daß es schwierig ist, zwischen ihr und diesen Gattungen eine scharfe Grenze zu ziehen. Innerhalb der Gruppe ver-

bindet *Arthrodesmus Cosmarius* mit *Xanthidium* wie auch mit *Staurastrum*. Da *Cosmarius*- und *Xanthidium*-Arten, vom Ende gesehen, dreieckig, und *Staurastrum*-Arten, vom Ende gesehen, zusammengedrückt oder beinahe kreisrund sein können, so dürften sich auch zwischen diesen Gattungen Zwischenformen finden lassen.

Bei den fadenförmigen *Desmidiaceae*-Gattungen findet man 3 verschiedene Typen. Der 1. Typus besteht aus *Gonatozygon* und *Genicularia*, welche Gattungen miteinander sehr nahe verwandt sind und jetzt von den meisten Autoren in einer Gattung vereinigt werden; sie nehmen unter den *Desmidiaceae* aber eine sehr gesonderte Stellung ein und erinnern in mehreren Beziehungen an die *Mesocarpeae*; doch dürfte dies kaum einen genetischen Zusammenhang zwischen ihnen andeuten. Der 2. Typus wird von den Gattungen *Spondylosium*, *Onychonema*, *Sphaerzosma* und *Streptonema* gebildet, welche eine zusammenhängende Reihe darstellen, die sich durch *Spondylosium* an gewisse *Cosmarius*-Arten anschließt, bei denen die Individuen sich nicht unmittelbar nach dem Hervorwachsen der neuen Zellhälften voneinander trennen. In dieser Gruppe findet man, wie zuweilen auch bei *Cosmarius*, Formen, die, vom Ende gesehen, teils oval, teils Beckig oder Sarmig sind. Was die 3. Gruppe anbetrifft, so ist die Einheit derselben ziemlich unzweifelhaft; doch hält es schwer, über ihre Verwandtschaft mit den übrigen *Desmidiaceae* Klarheit zu erlangen. Es ließe sich zwar annehmen, daß sie sich durch *Desmidium* an die dreieckigen Formen der vorhergehenden Gruppe anschließt, doch ist auch die Möglichkeit vorhanden, daß sie sich durch *Bambusina* an *Penium* oder durch *Hyalotheca* an die *Zygnemataceae* anlehnt. Was die Verwandtschaft innerhalb der Gruppe selbst anbelangt, so stehen offenbar *Desmidium* (inkl. *Aptogonum*) und *Phymatodocis* einander sehr nahe, indem nämlich *Aptogonum* am niedrigsten, *Phymatodocis* am höchsten entwickelt ist. *Bambusina* ist eine höher entwickelte Form von *Didymoprium*, welche Gattung sich wieder an *Desmidium* anschließt. *Hyalotheca* zeigt gewisse Übereinstimmungen sowohl mit *Bambusina* wie auch mit *Desmidium*, und 1 Art, *Hyalotheca dubia*, weist in mehreren Hinsichten eine auffällige Ähnlichkeit mit *Zygnema* auf.

- A. Zellmembran nicht segmentiert I. Saccodermeae.
- a. Zellen einzeln lebend.
- α. Chromatophor spiralförmig gedreht 5. Spirotaenia.
- β. Chromatophor nicht spiralförmig gedreht.
- I. Chromatophor eine einfache, axile Chlorophyllplatte.
1. Chromatophor mit 1 Pyrenoid 1. Mesotaenium.
2. Chromatophor mit mehreren in einer Längsreihe angeordneten Pyrenoiden 2. Roya.
- II. Chromatophor radiär gebaut.
1. Jede Zellhälfte mit einem sternförmigen, nach allen Seiten radienartig ausstrahlenden Chromatophor, der in der Mitte ein Pyrenoid enthält 4. Cylindrocystis.
2. Chromatophor von radial gestellten Chlorophyllplatten gebildet, die mehrere Pyrenoide enthalten 6. Netrium.
- b. Zellen zu Zellreihen vereinigt.
- α. Zellhaut glatt, Zellsaft purpurrot 3. Ancydonema.
- β. Zellhaut warzig oder stachelig, Zellsaft farblos 7. Gonatozygon.
- B. Zellmembran segmentiert II. Placodermeae.
- a. Teilungsstelle nicht feststehend.
- α. Zellen zylindrisch oder in der Mitte schwach eingeschnürt 8. Penium.
- β. Zellen halbmondförmig ohne Einschnürung in der Mitte 9. Closterium.
- b. Teilungsstelle feststehend.
- α. Die ausgebildeten Zellen bilden nicht Fäden.
- I. Die ausgebildeten Zellen einzeln lebend.
1. Zellen mehrmals länger als breit, mit einer seichten Einschnürung in der Mitte.
- * Halbzellen mit einem Einschnitt am Ende 19. Tetmemorus.
- ** Halbzellen ohne Einschnitt am Ende.
- † Chromatophor wandständig, Halbzellen ohne Längsfalten an der Basis 10. Pleurotaenium.
- †† Chromatophor axil, Halbzellen mit Längsfalten 11. Docidium.
2. Länge der Halbzellen ungefähr gleich der Breite derselben, Zellen meist in der Mitte tief eingeschnürt.
- * Querschnitt der Zelle am Zellende 3-6eckig oder die Zellen mehrarmig 17. Staurastrum.
- ** Querschnitt der Zelle am Zellende rund, oval oder elliptisch.
- † Zellen mit langen Stacheln.
- △ Chromatophor axil, keine Erhöhung in der Mitte der Halbzellen 15. Arthrodesmus.
- △△ Chromatophor wandständig, eine Erhöhung in der Mitte der Halbzellen 16. Xanthidium.

†† Zellen ohne Stacheln.

△ Halbzellen ohne linienförmige oder tiefe Einschnitte

12. *Cosmarium*.

△△ Halbzellen mit linienförmigen oder tiefen Einschnitten.

○ Zellen von der Fläche gesehen am Ende eingebuchtet oder schmal eingeschnitten, im Querschnitt breit elliptisch und mit einer bis mehreren Ausbuchtungen an der Seite . . . 18. *Euastrum*.

○○ Halbzellen von der Fläche gesehen tief 3-gelappt, der mittlere Lappen ganz oder nur schwach eingebuchtet, im Querschnitt stark zusammengedrückt und ohne Ausbuchtungen an der Seite

20. *Micrasterias*.

II. Zellen zu verzweigten Kolonien oder zu Polstern vereinigt.

1. Zellen mittels Gallertfäden zu Kolonien vereinigt, ohne Kalkinkrustation

13. *Cosmocladium*.

2. Zellen zu Polstern vereinigt, mit Kalkinkrustation . . . 14. *Oocardium*.

β. Die ausgewachsenen Zellen bilden Fäden.

I. Zellen miteinander ohne Tuberkeln, Bänder oder Stacheln verbunden.

1. Zellhaut mit längsverlaufenden, vorspringenden Leisten . . . 27. *Bambusina*.

2. Zellhaut ohne längsverlaufende, vorspringende Leisten.

* Zellen vom Ende gesehen mit vier propellerförmigen Armen

26. *Phymatodocis*.

** Zellen vom Ende gesehen rund, elliptisch oder drei- bis viereckig.

† Zellen länger als breit, vom Ende gesehen schmal elliptisch

21. *Spondylosium*.

†† Zellen breiter als lang, vom Ende gesehen breit elliptisch, rund oder eckig.

△ Jede Zellhälfte mit einem axilen strahlenförmigen Chromatophor und einem Pyrenoid . . . 28. *Hyalotheca*.

△△ Jede Zellhälfte mit wandständigen Chlorophyllplatten und mehreren Pyrenoiden . . . 25. *Desmidium*.

II. Zellen miteinander durch Tuberkeln, Bänder oder Stacheln verbunden.

1. Zellen miteinander durch zwei Stacheln auf dem Rücken jeder Halbzele verbunden

22. *Onychonema*.

2. Zellen miteinander durch kleine Tuberkeln verbunden . . . 23. *Sphaerozosma*.

3. Zellen miteinander durch drei ausgezogene Bänder verbunden 24. *Streptonema*.

I. *Saccodermeae* Lütkenmüller.

Zellhaut nicht segmentiert, ohne Porenapparat und meist ohne differenzierte Außenschicht. Teilungsstelle nicht von vornherein feststehend. Die bei der Zellteilung angelegte Querscheidewand an die unveränderte Membran der Mutterzelle ansetzend. 4 Keimlinge aus einer Zygote.

1. *Mesotaenium* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 108 (Fig. 271 A). — Zellen einzeln oder durch Schleimmassen vereinigt (zuweilen mit farbigem Zellsaft), kurz zylindrisch oder oval, gerade, mit ± abgerundeten Enden, ohne Einschnürung in der Mitte, vom Ende gesehen rund oder breit oval. Membran glatt. Der Chromatophor besteht aus einer axilen, sich durch die ganze Zelle erstreckenden Platte, welche ein Pyrenoid enthält. Bei der Kopulation verschmelzen bei den niederen Formen die beiden kopulierenden Zellen vollständig zu einer Zygote, ohne daß ein Teil der ursprünglichen Zellwand leer zurückbleibt, wie bei den höheren Formen zu geschehen pflegt. Beim Keimen teilt der Inhalt der Zygote sich in 4 junge Individuen, die durch Bersten der Membran frei werden.

16 Arten, von welchen die an feuchten Felswänden lebenden *M. macrococcum* (Kütz.) Roy et Bisset (= *Palmogloea macrococca* Kütz.) und *M. violascens* de Bary die gewöhnlichsten sind. Ein paar Arten kommen auch gelegentlich auf Schneefeldern vor, z. B. *Mesotaenium Endlicherianum* Nägl., eine Art, die sonst in Torfsümpfen oft massenhaft auftreten kann. Die Mesotaenien kommen meist in sauren — häufig sogar in stark sauren — Gewässern vor.

2. *Roya* W. et G. S. West in Journ. Roy. Microsc. Soc. (1896) 152. (*Arthrodia* Rafinesque, Descript. quelq. Végétaux Sicile et Etats Unis in Journ. Bot. applique Vol. I [1813] 235; *Closterium* auct. pl.). — Zellen ohne Einschnürung, zylindrisch oder fast zylindrisch, gerade oder leicht gekrümmt, gegen die Enden nur wenig schmaler werdend. Enden breit abgerundet oder quer abgestutzt. Membran hyalin, glatt, ohne Poren. Der Chromatophor besteht aus einer axilen, sich durch die ganze Zelle erstreckenden Platte, ohne farblose Partien an den Zellenden, oder der Chromatophor kann an den Zellenden ausgerandet

sein, wodurch eine kleine farblose Partie an den Zellenden entsteht. In älteren Zellen ist der Chromatophor durch eine Querteilung in zwei Hälften geteilt. Zellkern entweder lateral, in einem kleinen seitlichen Ausschnitt des Chromatophors gelegen, oder median zwischen den beiden Chromatophorhälften. Mehrere Pyrenoide in einer Längsreihe angeordnet. Zygoten glatt, kugelig bis oval.

4 Arten, wovon *R. obtusa* (Bréb.) W. et G. S. West fast kosmopolitisch vorkommt.

3. **Ancylonema** Berggren in Öfvers. Vet. Akad. Förhandl. (1870) 1081 (et 999) (Fig. 271 B). — Die zu kurzen Fäden vereinigten Zellen sind zum größten Teil mit purpurfarbigem Zellsaft angefüllt, zylindrisch, mit etwas abgerundeten Enden und ohne Ein-

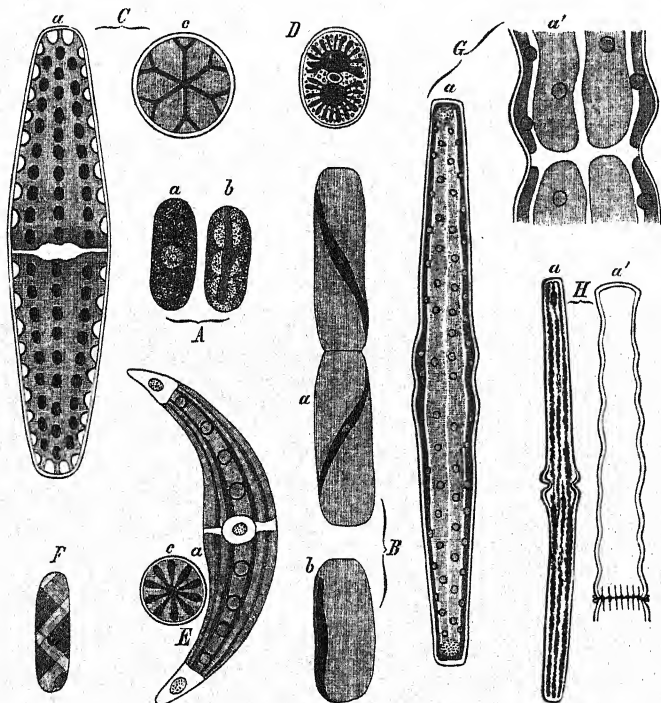


Fig. 271. A *Mesotaenium macrococcum* (Kütz.) Roy et Bisset (390/1). — B *Ancylonema Nordenskiöldii* Berggr. (650/1). — C *Penium digitus* Bréb. (400/1). — D *Cyliindrocystis crassa* de Bary (390/1). — E *Closterium moniliferum* (Bory) Ehrb. (200/1). — F *Spirotaenia muscicola* de Bary (750/1). — G *Pleurotaenium trabecula* (Ehrb.) Näg. (a 100/1, a' 600/1). — H a *Docidium baculum* Bréb.; H' a' *D. dilatatum* Cleve (340/1). a Von oben, b von der Seite, c vom Ende gesehen. (A, D, F nach de Bary; B nach Nordstedt mscr.; C, E, G nach Nägeli; H a nach Delponte, H' a' nach Lundell.)

schnürung in der Mitte, im Querschnitt kreisrund. Membran glatt. Der Chromatophor besteht aus einer gebogenen wandständigen Chlorophyllplatte, welche ein Pyrenoid enthält. Zygote rund, mit glatter Membran.

Nur 1 Art, *A. Nordenskiöldii* Berggr., auf ewigem Schnee und Eis, sowohl auf der nördlichen wie der südlichen Halbkugel.

4. **Cyliindrocystis** (Meneghini in Nuov. sagg. R. acad. sc. lettr. art. Padova, Vol. IV [1838] 329) De Bary, Unters. Fam. Conjugat. (1858) 74 (Fig. 271 D). (*Trichodictyon* Kützing, Phycologia germanica X [1845] 153, et Species Algarum VI [1849] 230). — Zellen zylindrisch oder oval, gerade, mit abgerundeten Enden, mit oder ohne Einschnürung in der Mitte, vom Ende gesehen rund. Zellsaft zuweilen farbig; Membran glatt. In jeder Zelle ein axiler Chromatophor, der in zahlreiche, nach allen Seiten zur Wand laufende Strahlen ausgeht und ein Pyrenoid enthält. Die leeren Membranen der kopulierten Zellen bleiben in der Regel während einer längeren Zeit an der Zygote hängen, die gewöhnlich

viereckig (nur selten rund) ist und im Kopulationskanal gebildet wird. Doppelzygoten können vorkommen. Beim Keimen werden in jeder Zygote 2, 4 oder 8 Individuen gebildet, die durch Bersten der Sporenmembran frei werden.

14 Arten, von welchen einige sehr verbreitet sind.

Sekt. I. *Cyclocystis* Turner in Kgl. Svenska Vetenskaps Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 (1892) 16. Zellen in der Mitte nicht eingeschnürt. Hierzu *C. Brébissonii* Menegh. und *C. crassa* de Bary, die beide kosmopolitisch verbreitet sind. *C. obesa* W. et G. S. West in Irland.

Sekt. II. *Clitocystis* Turner, l. c. 16. Zellen in der Mitte eingeschnürt. *C. diplospora* Lund. ist wohl kosmopolitisch verbreitet, *C. roseola* Turn. in England, *C. minutissima* Turn. in England, Indien und Ceylon.

C. Brébissonii Menegh. ist für saures Wasser charakteristisch und geradezu als Indikator für solche Lokalitäten anzusehen; sie scheint nach der alkalischen Seite hin nirgends den Neutralpunkt zu überschreiten.

5. **Spirotaenia** Brébisson in Diet. univ. hist. nat. IV (1844) 711 und in Ralfs, Brit. Desmid. (1848) 178 (Fig. 271 F). (*Endospira* Brébisson in Desmazieres, Plantes cryptogames de France [1837] Fasc. 40, No. 1954, et ed. II, Fasc. 34, No. 1654; *Euspirotaenia* Lagerheim in Nuova Notarisia III [1892] 34; *Spirotaeniopsis* Lagerheim, l. c. 34; *Closteriospira* Reverdin, Étude phytoplantonique, expér. et descr. in Archiv Sc. phys. et nat. Genève [1919] 86, Fig. 86—92). — Zellen gerade oder schwach gebogen, zylindrisch mit abgerundeten Enden, oder spindelförmig, ohne Einschnürung in der Mitte, vom Ende gesehen rund; Zellsaft farblos; Membran glatt. Der wandständige Chromatophor besteht aus einem oder mehreren Spiralbändern, deren jedes ein oder mehrere Pyrenoide enthält. Die Zygote wird im Kopulationskanal gebildet, ist rund oder sternförmig.

20 Arten, von denen einige eine recht große Verbreitung zeigen, während andere mehr lokal verbreitet sind.

Sekt. I. *Monotaeniae* (Rabenhorst, Kryptogamenfl. Sachs. usw. 1863, 177) Lütkenmüller in Österr. Bot. Zeitschr., Jahrg. 45 (1895) 92. Inkl. *Closteriospira* Reverdin. Die Zelle enthält einen parietalen, bandförmigen Chromatophor mit zerstreut liegenden Pyrenoiden. *S. condensata* Bréb., *S. endospira* (Kütz.) Arch. und *S. truncata* Arch. sind die häufigsten.

Sekt. II. *Polytaeniae* (Rabenhorst, l. c. 178) Lütkenmüller, l. c. 92. Die Zelle enthält einen axilen Chromatophor mit mehreren radiär ausstrahlenden Lamellen und einer axilen Reihe von Pyrenoiden. *S. obscura* Ralfs, *S. trabecula* A. Br., *S. acuta* Hilse.

S. condensata Bréb. ist als Indikator für saures, besonders mäßig saures Wasser angegeben, auch *S. obscura* Ralfs zieht mäßig saures Wasser vor. *S. bryophila* (Bréb.) Rabenh. wächst zwischen feuchtem Moose.

6. **Netrium** Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 107. (*Penium* de By. p. p., *Pleuroscyos* Corda in Almanach de Carlsbad [1835] 178, 182, 209; *Closterium* sect. *Netrium* Nägeli, Gattungen einzell. Algen [1849] 107). — Zellen gerade, spindelförmig, mit abgerundeten Enden. Membran dünn, glatt, nicht segmentiert, ohne Porenapparat, Teilungsstelle nicht von vornherein feststehend. Der axile Chromatophor besteht aus 9—12 strahlenförmig divergierenden, am Rande meist gelappten oder eingebuchteten Chlorophyllplatten, die zu einem langgestreckten Mittelstück vereinigt sind, das mehrere in Längsreihen liegende Pyrenoide enthält. Die Zygote ist rund und wird im Kopulationskanal gebildet.

6 Arten. Die gewöhnlichsten Arten sind: *Netrium digitus* (Ehrb.) Näg. (= *Penium digitus* [Ehrb.] Bréb.), *N. interruptum* (Bréb.) Lütkm., *N. lamellosum* (Bréb.) Lütkm., die alle kosmopolitisch verbreitet sind. *N. oblongum* Lütkm. scheint auf sehr stark saure Gewässer beschränkt zu sein.

7. **Gonatozygon** de Bary in Hedwigia I (1856) 105 (Fig. 274 C, D). (Inkl. *Genicularia* de Bary, Unters. über die Familie der Conjugaten [1858] 91; *Leptocystinema* Archer, Supplem. Catalogue Desmidiac., Nat. Hist. Rev. [Proc.] 250 in Dubl. Zool. Bot. Assoc. Proc. Vol. I, 114. — Zellen zu Fäden vereinigt, lang, zylindrisch zugespitzt oder an den Enden angeschwollen, gerade oder schwach gebogen, in der Mitte nicht eingeschnürt, vom Ende gesehen rund. Membran durch kleine Warzen punktiert, welche zu feinen und kurzen Haaren ausgezogen sein können. Chromatophor ein axiales Band, das oft kleine Leisten trägt und eine einfache Reihe von Pyrenoiden enthält, oder aus parietalen, linksläufigen Spiralbändern bestehend, welche mehrere Pyrenoide enthalten und zuweilen zu einer unregelmäßig durchbrochenen Wandbekleidung verschmelzen können. Vor der Kopulation trennen sich die Zellen voneinander und werden knieförmig gebogen. Zygoten in einem bald verschwindenden Kopulationskanal gebildet, rund und glatt.

12 Arten, wovon einige kosmopolitisch vorkommen, während andere nur eine sehr lokale Verbreitung zu haben scheinen.

Sekt. I. *Eugonatozygon* Lütkenmüller in Cohn, Beitr. zur Biol. der Pflanzen, Bd. 8 (1902) 404, 407. Chromatophor axil. 9 Arten. Hierzu z. B. *G. monotaenium* de Bary (= *Leptocystinema asperum* Arch.) und *G. Brébissonii* de Bary (= *Leptocystinema Portii* Arch. = *G. asperum* Lütkenm.), die beide Kosmopoliten sind und schwach saure oder alkalische Gewässer bevorzugen.

Sekt. II. *Genicularia* (de Bary, Unters. Fam. Conjugat. 1858, 77 — als Gattung!) Lütkenmüller, l. c. 404, 407. Chromatophor parietal. 3 nur sehr selten vorkommende Arten, z. B. *G. spirotaenia* de Bary (= *Genicularia spirotaenia* de Bary) auf einzelnen Lokalitäten in Europa und *G. elegans* (W. et G. S. West) (= *Genicularia elegans* W. et G. S. West) als Plankton in Schottland.

II. Placodermeae Lütkenmüller.

Zellhaut segmentiert mit differenzierter Außenschicht und meist mit Porenapparat. Die Zellteilung erfolgt an einer von vornherein feststehenden Teilungsstelle unter Einschaltung eines schmalen Zwischenstückes, an welchem die Querscheidewand ansetzt. 2 Keimlinge aus einer Zygote.

8. *Penium* Brébisson in Dict. univ. hist. nat. IV (1844) 513 (Fig. 271 C). (*Dysphinctium* Nägeli p. p., Gattungen einzell. Algen [1849] 109; *Actinotaenium* Nägeli, l. c. 109; *Calocylindrus* Nägeli, l. c. 110; *Schizospora* Reinsch, Contrib. Algol. et Fungol. Vol. I [1875] 87). — Zellen gerade, zylindrisch oder spindelförmig mit abgerundeten Enden, in der Mitte nicht oder nur leicht ausgeschweift. Zellhaut segmentiert, glatt oder warzig, ohne Porenapparat; Teilungsstelle feststehend. Der axile Chromatophor wie bei *Netrium*, die Chlorophyllplatten jedoch nicht gelappt, 2–4 Pyrenoide. Die Zygote rund, im Kopulationskanal gebildet oder viereckig und dann längere Zeit von den leeren Zellhäuten der kopulierenden Zellen umgeben.

64 Arten über die ganze Welt verbreitet.

Sekt. I. *Holopenium* Gay, Essai d'une monogr. loc. des Conjugées in Thèse pres. et sout. publiquem. à l'Ecole sup. 1884, 38. Zellen in der Mitte nicht eingeschnürt, meist ohne Unterschied zwischen den beiden Halbzellen; Zellwand glatt. Z. B. *P. libellula* (Focke) Nordst., *P. navicula* Bréb., *P. Jenneri* Ralfs, *P. Mooreanum* Arch., *P. minutissimum* Nordst., *P. truncatum* Bréb. u. a.

Sekt. II. *Sphinctopenium* Gay, l. c. 38. Zellen in der Mitte \pm eingeschnürt, immer mit deutlichem Unterschied zwischen dem alten und dem neuen Teil der Zellwand. Z. B. *P. margaritaceum* (Ehrb.) Bréb., *P. cylindrus* (Ehrb.) Bréb., *P. Clevei* Lund., *P. spirostriolatum* Barker, *P. polymorphum* Perty, *P. phymatosporum* Nordst., *P. curtum* Bréb., *P. minutum* (Ralfs) Cleve u. a.

Viele Arten, wie z. B. *P. cylindrus* (Ehrb.) Bréb., *P. margaritaceum* (Ehrb.) Bréb., *P. polymorphum* Perty, *P. spirostriolatum* Barker, *P. truncatum* Bréb. u. a., zeigen eine fast kosmopolitische Verbreitung, andere haben nur eine beschränkte Verbreitung, z. B. *P. suboctangulare* W. West und *P. cucurbitinum* Biss. in England. Gewisse Arten kommen meist nur in stark saurem Wasser vor, z. B. *P. polymorphum* Perty, *P. spirostriolatum* Barker, während *P. margaritaceum* (Ehrb.) Bréb. mäßig saures Wasser zu bevorzugen scheint.

9. *Closterium* Nitzsch in Beitr. z. Infusorienkd. (1817) 60 et 67 (Fig. 271 E). (*Lunulina* Bory in Dictionnaire classique d'Hist. naturelle, Vol. II [1822] 128; *Mülleria* Leclerc sec. Ehrenberg, Die Infusionsth. [1838] 90; *Stauroceras* Kützinger, Phycolog. germanica [1845] 133; *Spinoclosterium* Bernard, Sur quelques alg. unicell. d'eau douce recolt. dans le Domaine Malais in Dép. de l'Agric. aux Indes Néerland. [1909] 30; Subgenera: *Selenoceras* Turner, Algae Indiae orientalis [1892] 23; *Campyloceras* Turner, l. c. 23; *Orthoceras* Turner, l. c. 23). — Zellen halbmondförmig oder zuweilen S-förmig gebogen, an der einen oder an beiden Seiten gekrümmt, spindelförmig, ohne Einschnürung in der Mitte, vom Ende gesehen rund, mit einer ziemlich großen Vakuole in dem farblosen Protoplasma eines jeden Endes. Membran glatt oder der Länge nach gestreift. Der axile Chromatophor besteht aus strahlenförmig divergierenden Chlorophyllplatten, die zu einem langgestreckten Mittelstück vereinigt sind und bei einigen Arten schwach spiralförmig gebogen sein können. Die Pyrenoide finden sich bei den meisten Arten in einer, bei einigen in mehreren Reihen. Die Zygote wird bei einigen Arten im Kopulationskanal gebildet und ist dann rund, oval, sternförmig oder viereckig; bei anderen Arten ist sie viereckig mit hervorspringenden Ecken und eine längere Zeit von den leeren Membranen der kopulierten Zellen umgeben. Doppelzygoten sind bei einer Art gefunden worden. Beim Keimen der Zygote wird erst eine runde Keimzelle gebildet, welche durch ein Loch in der Membran der Zygote herausschlüpft.

191 Arten in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Euclosterium* Wille in E. P. 1. Aufl. I, 2 (1890) 9. Zygoten glatt, rund oder oval, z. B. *C. Dianae* Ehrb.

Sekt. II. *Rostrata* Wille l. c. 9. Zygoten viereckig, z. B. *C. rostratum* Ehrb.

Sekt. III. *Asteroselene* Wittrock in Nova Acta Societ. Upsal. Sér. 3, Vol. 7, 1869, 24. Zygoten kugelig, mit radial gestellten, konischen Erhöhungen besetzt. Nur 1 Art, *C. calosporum* Wittr.

Sekt. IV. *Spinoclosterium* (Bernard in Dept. Agricult. Ind. Néerland, Buitenzorg 1909, 30 — als Gattung!). Zellen mit einer Vakuole und einem Stachel an jedem Ende. Einzige Art: *Closterium curvatum* (Bernard) Printz (= *Spinoclosterium curvatum* Bernard).

Eine ganze Reihe dieser artenreichen Gattung sind wahre Kosmopoliten und gehören zu den gewöhnlichsten Süßwasseralgen, die über alle Weltteile verbreitet sind; z. B. *Cl. acerosum* Ehrb., *Cl. acutum* Bréb., *Cl. cynthia* de Not., *Cl. Dianae* Ehrb., *Cl. Ehrenbergii* Menegh., *Cl. gracile* Bréb., *Cl. juncidum* Ralfs., *Cl. Kützingii* Bréb., *Cl. lanceolatum* Kütz., *Cl. Leibleinii* Kütz., *Cl. lineatum* Ehrb., *Cl. lunula* Menegh., *Cl. moniliferum* Ehrb., *Cl. parvulum* Nägl., *Cl. pronum* Bréb., *Cl. striolatum* Ehrb., *Cl. Venus* Kütz. und viele andere. Andere Arten dagegen zeigen eine mehr beschränkte Verbreitung. In ökologischer Hinsicht bevorzugen die meisten Closterien mäßig saures Wasser, z. B. *Cl. abruptum* W. West, *Cl. attenuatum* Ehrb., *Cl. Navicula* (Bréb.) Lütke. *Cl. Pritchardianum* Arch., *Cl. Kützingii* Bréb., die ihren Ph-Bereich zwischen 5,0 und 7,0 zu haben scheinen. Unter den ganz wenigen Closterien, die gelegentlich die sauersten Gewässer bewohnen, müssen *Cl. acutum* (Lyngb.) Bréb. und *Cl. pronum* Bréb. erwähnt werden. Endlich sind gewisse Arten auch recht häufig in alkalischem Wasser, Ph zwischen 7,0—8,0, zu finden: *Cl. acerosum* Ehrb., *Cl. aciculare* (Schränk) Ehrb., *Cl. Dianae* Ehrb., *Cl. Ehrenbergii* Menegh., *Cl. peracerosum* Gay, *Cl. Venus* Kütz. usw. *Cl. acerosum* Ehrb. ist häufig saprob.

10. *Pleurotaenium* Nägeli, Gattung. einzell. Alg. (1849) 104 (Fig. 271 G). (Inkl. *Arthrorabdium* Ehrenberg in Phys. Abhandl. d. k. Wiss. zu Berlin [1869] 2, 43; *Docidiopsis* Racib., Desmid. nowe in Pamiet. Wydz. 3 Akad. Umiej. w Krakowie, Tom. 17 [1889] 107; *Docidium* sect. *Orthidium* Turner p. p., Algae Indiae orient. in K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 39; *Hammatidium* Turner p. p., l. c. 39; *Rutidium* Turner p. p., l. c. 39; *Oontidium* Turner p. p., l. c. 39). — Zellen gerade, zylindrisch, gegen die stumpf abgeschnittenen Enden hin etwas verschmälert oder in der Mitte der Zellhälften aufgeblasen; vom Ende gesehen rund; in jedem Ende eine große Vakuole. Beiderseits der mittleren Einschnürung verlaufen querüber wellenförmige Anschwellungen, deren unterste gleich den Enden der Halbzellen einen Kranz von kleinen Körnern tragen kann, aber nie Längsfalten zeigt. Die Zellmembran ist glatt oder mit stumpfen oder spitzen Warzen übersät. Der Chromatophor besteht aus wandständigen Bändern mit mehreren Pyrenoiden.

Etwa 100 Arten, von denen einige, wie *P. Ehrenbergii* de Bary, *P. trabecula* (Ehrb.) Nägl. (= *Closterium trabecula* Ehrb.) und *P. maximum* Lund., wahre Kosmopoliten sind. Eine sehr große geographische Verbreitung haben auch *P. coronatum* (Bréb.) Rabenh., *P. truncatum* (Bréb.) Nägl., *P. maximum* (Reinsch) Lund., *Pl. nodosum* (Bail.) Lund. u. v. a. Mehr zerstreut und lokal sind z. B. *P. tridentulum* (Wolle) West aus Europa und Nordamerika, *Pl. Hutchinsonii* (Turn.) W. et G. S. West in England. *Pl. eugeneum* (Turn.) G. S. West ist aus Indien bekannt. Die Pleurotaenien scheinen mäßig saures und alkalisches Wasser vorzuziehen.

11. *Docidium* Brébisson in Dict. univ. hist. nat. V (1844) 92 (Fig. 271 H). (Inkl. *Triploceras* Bailey, Micr. observ. in S. Carolina in Smithson. Contrib. to knowledge, Vol. 7 [1850] 37). — Zellen gerade, im Querschnitt kreisrund, zylindrisch oder gegen die stumpf abgeschnittenen Enden hin etwas verschmälert; diese können glatt sein oder Warzen, verzweigte oder unverzweigte Stacheln oder Lappen besitzen, enthalten aber in der Regel keine Vakuolen. Beiderseits der mittleren Einschnürung erstrecken sich querüber ein oder mehrere, zum Teil mit Längsfalten versehene Anschwellungen. Membran glatt oder warzig oder auch in gewissen Zwischenräumen mit Stacheln besetzt. Der axile Chromatophor besteht aus mehreren in der Mitte vereinigten, strahlenförmig divergierenden Chlorophyllplatten.

13 Arten.

Sekt. I. *Eudocidium* Wille in E. P. 1. Aufl. I, 2 (1890) 10 (inkl. *Docidium* sect. *Orthidium* Turn. p. p., *Rutidium* Turn. p. p.). Enden der Zellen ohne Lappen oder verzweigte Stacheln, z. B. *Docidium Baculum* Bréb. 7 Arten.

Sekt. II. *Triploceras* (Bailey in Smiths. Contrib. to knowledge II [1850] 37 — als Gattung!) Wille, l. c. 10 (inkl. Sekt. *Myrmecidium* Turn. und *Bactridium* Turn.). Enden der Zellen mit 2 bis 3 Lappen oder verzweigten Stacheln; z. B. *D. verticillatum* (Bail.) Ralfs (= *Triploceras verticillatum* Bail.). 6 Arten.

D. undulatum Bail. kommt sowohl in Europa wie in Nordamerika vor und zeigt eine atlantische Verbreitung.

12. *Cosmarium* Corda in Alm. de Carlsbad 1834 (Fig. 267, 269, 270). (*Heterocarpella* Bory in Dict. classique d'Hist. naturelle Vol. 3 [1823] 13; *Ursinella* Turpin, Aperçu organ. in Mém. Muséum d'hist. natur. Tom. 16 [1828] 316; *Tessararthonia* Turpin in Dict. sc. nat. Tom. 53 [1828] 239; *Tessararthonia* Ehrenb. in Phys. Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin [1835] 173; *Colpopelta* Corda in Almanach d. Carlsbad [1835] 179; *Pithiscus* Kützting, Phycologia germanica [1845] 129; *Pleurotaeniopsis* Lundell, Desmid. in Suecia inventae in Nova Acta r. soc. scient. Ups. Ser. 3, Vol. 8 [1871] 51; *Nothocosmarium* Raeb., Now. Desm. [1889] 98; *Pagetophila* Wittrock, Om snöns och isens Flora in Nordenskiöld, Studier och forskningar [1888] 113; *Xanthidium* subgen. *Micranthum* Turner, Algae Indiae orient. in K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 103; *Cosmarium* subgen. *Cyclidium* Turner, l. c. 73; *Nephridium* Turner, l. c. 73; *Paramidium* Turner, l. c. 73; *Sphaeridium* Turner, l. c. 74; *Tetridium* Turner, l. c. 74; *Gonatidium* Turner, l. c. 74; *Teinidium* Turner, l. c. 74 et *Pleurotaenium* auct. pl. p. p.). — Zellen selten zu kurzen Fäden vereinigt, gerade, oval oder rund, vom Ende gesehen rund oder elliptisch, im letzteren Falle öfters mit 1—3 Ausbuchtungen an jeder Seite, in der Mitte \pm tief eingeschnürt, zuweilen mit stumpfen Enden, ganzrandig, gezahnt oder wellig. Membran glatt, warzig oder mit Grübchen, aber nie mit Stacheln besetzt. Chromatophor von 2 axilen oder von 4 (oder mehreren) in der Mittellinie der Zellhälften vereinigten Platten gebildet, 1 bis mehrere Pyrenoide in jeder Zellhälfte. Zygoten rund, seltener viereckig, glatt oder stachelig.

809 Arten.

Sekt. I. *Eucosmarium* de Bary, Unters. über die Familie der Conjugaten, 1858, 72; mit axilen Chromatophoren, z. B. *C. margaritifera* (Turp.) Menegh., *C. crenatum* Ralfs, *C. tinctum* Ralfs, *C. botrytis* (Bory) Menegh. und *C. tetraophthalmum* (Kütz.) Bréb. sind sehr allgemein verbreitete Arten.

Sekt. II. *Pleurotaeniopsis* Lund., De Desmidiaceis quae in Suecia inventae sunt, p. 51; mit wandständigen Chromatophoren. Allgemein verbreitete Arten sind z. B. *C. Cucumis* Corda, *C. de Baryi* Arch. (= *Pleurotaenium cosmarioides* de By.) und *C. turgidum* Bréb. (= *Pleurotaenium turgidum* de By.).

Viele Arten von *Cosmarium* sind kosmopolitisch verbreitet; z. B. *C. contractum* Kirchn., *C. cucurbita* Bréb., *C. granatum* Bréb., *C. impressum* Elf., *C. Meneghinii* Bréb., *C. moniliforme* Ralfs, *C. pachydermum* Lund., *C. phaseolus* Bréb., *C. pseudopyramidatum* Lund., *C. pyramidatum* Bréb., *C. venustum* Arch., *C. botrytis* Menegh., *C. humile* Nordst., andere sind \pm lokal verbreitet. Meist sind sie in mäßig saurem und schwach alkalischem Wasser zu finden; so kommen, um einige Beispiele zu erwähnen, *C. Debaryi* Arch., *C. Portianum* Arch., *C. Lundellii* Delp. var. *ellipticum* W. West, *C. amoenum* Bréb., *C. subcucumis* u. a. meist im Wasser mit Ph-Bereich zwischen 5,0 und 7,0 vor, während *C. botrytis* Menegh., *C. fontigenum* Nordst., *C. granatum* Ralfs, *C. humile* (Gay) Nordst., *C. Meneghinii* Bréb., *C. punctulatum* Bréb., *C. Regnellii* Wille, *C. Regnesi* Reinsch., *C. reniforme* Arch., *C. subcrenatum* Hantzsch, *C. Turpinii* Bréb. häufiger in alkalischen Gewässern auftreten. Gewisse Arten scheinen auch stark saures Wasser zu bevorzugen: *C. venustum* Bréb., *C. cucurbita* Bréb., *C. pygmaeum* Arch., *C. palangula* Bréb. u. a. Eine einzige Art scheint an Kalk gebunden zu sein: *C. dovrense* Nordst., während *C. nasutum* Nordst. für Gebirgsgegenden an feuchten Boden in der Nähe des schmelzenden Schnees charakteristisch ist.

13. *Cosmocladium* Brébisson, Liste Desm. (1856) 133 (Fig. 273 A). (*Dictyosphaerium* Archer in Quarterly Journal of Mier. Science, Vol. 6 [1866] 127). — Zellen und Chromatophoren ähnlich wie bei *Cosmarium*. Die Zellen sind durch Schleimfädenpaare, die in der Mitte der Zellen befestigt sind, zu di- oder trichotomisch verzweigten Familienstöcken vereinigt, die frei umhertreiben oder auch an anderen Algen befestigt sein können. Zygoten rund oder kantig mit kurzen, dicken, abgestumpften Stacheln.

8 Arten, die alle nur selten zu finden sind, in Torfsümpfen usw. Sämtliche sind sehr klein und leicht zu übersehen. Die gewöhnlichsten, *C. constrictum* Arch. (= *Dictyosphaerium constrictum* Arch.), *C. pulchellum* Bréb. und *C. saxonicum* de Bary, sind aus zerstreuten Lokalitäten in Europa und Nordamerika angegeben worden.

14. *Oocardium* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1840) 74 (Fig. 272). (*Lithonema* Hassall, History of the British Freshwater Algae, London 1852, 266). — Die ei-keilförmigen, von vorn gesehen etwas eingebuchteten Zellen sitzen einzeln oder zu 2 an den Enden zylindrischer, dichotomisch verzweigter Gallertstiele, die zusammen ein warzenförmiges, krustenartiges, von Lamellen durchsetztes Lager bilden. In jeder Zellhälfte ein sternförmiger Chromatophor und 1 Pyrenoid. Die Teilungen finden in 2 Richtungen des Raumes rechtwinklig gegen die Gallertstiele statt, worauf eine jede Tochterzelle einen neuen Gallertstiel hervorbringt. Konjugations-Stadien sind erst vor kurzem (1926) beobachtet worden.

Nur 1 recht seltene Art, *O. stratum* Nägl. in schnellfließenden Bächen, Flüssen, Wasserfällen usw., wo sie dicken Kalklagern den Ursprung geben kann. In einem Jahre kann sich eine Kalkkruste bis zu 5 cm Dicke bilden. Bisher nur auf zerstreuten Lokalitäten in Europa (Deutschland, Österreich, Frankreich, England, Rußland) und in Indien gefunden.

15. *Arthrodesmus* Ehrenberg (in Wieg. Arch. f. Nat. II [1836] 185 — nomen nudum), Infus. (1838) 149 (Fig. 273 C). (Inkl. subgen. *Aplodesmus* Turner, *Algae Indiae orient.* in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 137; *Schizodesmus* Turner, l. c. 1. c. 137). — Form der Zellen, Chromatophor und Zygosporie wie bei *Cosmarium*. Die Zellhälften sind am Rande mit 2, 4 oder 6 langen Stacheln versehen, die Membran ist im übrigen aber glatt. Vom Ende gesehen erscheinen die Zellen oval oder elliptisch ohne Anschwellung in der Mitte.

45 Arten über die ganze Welt verbreitet.

Sekt. I. *Tetracanthium* (Nägl.) Hansg., *Prodrom. Algenfl. von Böhmen* (1888) 202. Jede Zellhälfte mit 2 Stacheln, einer an jeder Ecke.

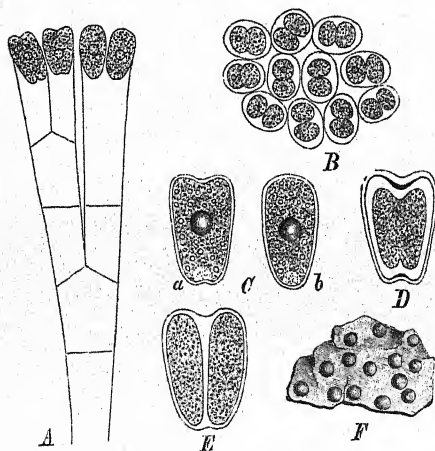


Fig. 272. *Oocardium stratum* Nägl. A Querschnitt durch einen Teil des Thallus; B Teil eines Thallus, von oben gesehen; C eine Zelle, a von vorn, b von der Seite gesehen; D eine Zelle, welche mit Jod getötet worden ist; E Teilungsstadium; F Stück eines Steines, mehrere Pflanzen in natürlicher Größe zeigend. (Nach Nägeli, A 300/1, B 200/1, C—E 600/1.)

A. incus (Bréb.) Hass., *A. triangularis* Lagerh., *A. quiriferus* W. et G. S. West, *A. crassus* W. et G. S. West, *A. controversus* W. et G. S. West, *A. phimus* Turn., *A. Bulnheimii* Racib., *A. convergens* Ehrb., *A. subulatus* Kütz.

Sekt. II. *Octacanthium* Hansg., l. c. 203. Jede Zellhälfte mit 4 Stacheln, 2 an jeder Seite; z. B. *A. octocornis* Ehrb., *A. bifidus* Bréb. u. a.

Sekt. III. *Polycanthium*. Jede Zellhälfte mit 6 Stacheln, 3 an jeder Seite; *A. trispinatus* W. et G. S. West, *A. tenuissimus* Arch.

Von den *Arthrodesmus*-Arten sind z. B. *A. convergens* Ehrb. und *A. incus* (Bréb.) Hass. kosmopolitisch verbreitet, andere, wie *A. Bulnheimii* Racib., *A. octocornis* Ehrb., *A. bifidus* Bréb., *A. subulatus* Kütz. usw., zeigen auch eine große geographische Verbreitung. Für *A. convergens* Ehrb. liegen Angaben vor, daß er meist in mäßig saurem Wasser vorkommt.

16. *Xanthidium* Ehrenberg, *Organ kl. Raum.* (1834) 317 (Fig. 273 D, E). (Inkl. *Holacanthum* Lundell, *De Desmid. Suec.* in *Nova Acta r. soc. scient. Upsal.* Ser. 3, Vol. 8 [1871] 75; *Schizacanthum* Lundell, l. c. 74). — Zellen gerade, oval oder beinahe rund, nicht selten eckig, mit einem tiefen, oft schmalen Einschnitt in der Mitte und 2 Reihen langer, hornähnlicher, unverzweigter Stacheln an den Ecken oder mit kurzen, dicken, an der

Spitze 3—4spaltigen Stacheln. Zellen vom Ende gesehen oval (selten dreieckig) und mit einer Erhöhung an jeder Seite der Halbzellen. Membran glatt oder warzig. In jeder Halbzelle 2 axile verzweigte oder 4 wandständige Chromatophoren, mit 1 bis mehreren Pyrenoiden. Die Zygoten, im Kopulationskanal von den kreuzweise kopulierenden Zellen gebildet, sind rund und mit unverzweigten Stacheln besetzt oder grubentragend.

71 Arten.

Sekt. I. *Holacanthum* Lund., *De Desmidiaceis quae in Suecia inventae sunt*, 75. Zellen mit 2 Reihen langer, hornähnlicher, unverzweigter Stacheln an den Ecken. *X. aculeatum* Ehrb., *X. cristatum* Bréb., *X. antilopaenum* (Bréb.) Kütz., *X. fasciculatum* Ehrb., *X. Brévissonii* Ralfs sind die häufigsten.

Sekt. II. *Schizacanthum* Lund., l. c. 74. Zellen mit kurzen, dicken an der Spitze 3—4spaltigen Stacheln. In jedem Chromatophor mehrere Pyrenoide. Zygoten ohne Stacheln, aber mit Grübchen versehen. Nur 1 Art, *X. armatum* Bréb.

Sekt. III. *Micracanthum* Turner, *Algae aquae dulc. Ind. orient.* in Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 (1892) 103. Zellen mit sehr kleinen unverzweigten Stacheln versehen; Zellen meist sehr klein. Z. B. *X. variabile* (Nordst.) W. et G. S. West, *X. concinnum* Arch.

Viele *Xanthidium*-Arten haben eine große geographische Verbreitung, wie z. B. *X. aculeatum* Ehrb., *X. antilopaenum* (Bréb.) Kütz., *X. armatum* Rabenh., *X. cristatum* Bréb. u. a., die wohl Kosmopoliten sind; diese scheinen sämtlich besonders saure Gewässer vorzuziehen. Gewisse Arten, wie

X. fasciculatum Ehrb., *X. armatum* Rabenh., *X. antilopaeum* var. *hebridarum* W. et G. S. West und var. *polymazum* Nordst., *X. controversum* var. *planctonicum* W. et G. S. West, sind häufige Planktonorganismen; die letzte scheint in dem kaledonischen Gebiet besonders verbreitet zu sein.

17. **Staurostrum** Meyen in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. Nat. cur. XIV (1829) 777 (Fig. 273 F, G). (Inkl. *Goniocystis* Hassall, Hist. of British Freshwater Algae [1845] 349; *Trigonocystis* Hassall, l. c. 349; *Pentasterias* Ehrenb. in Phys. Abhandl. d. K. Berl. Akad.

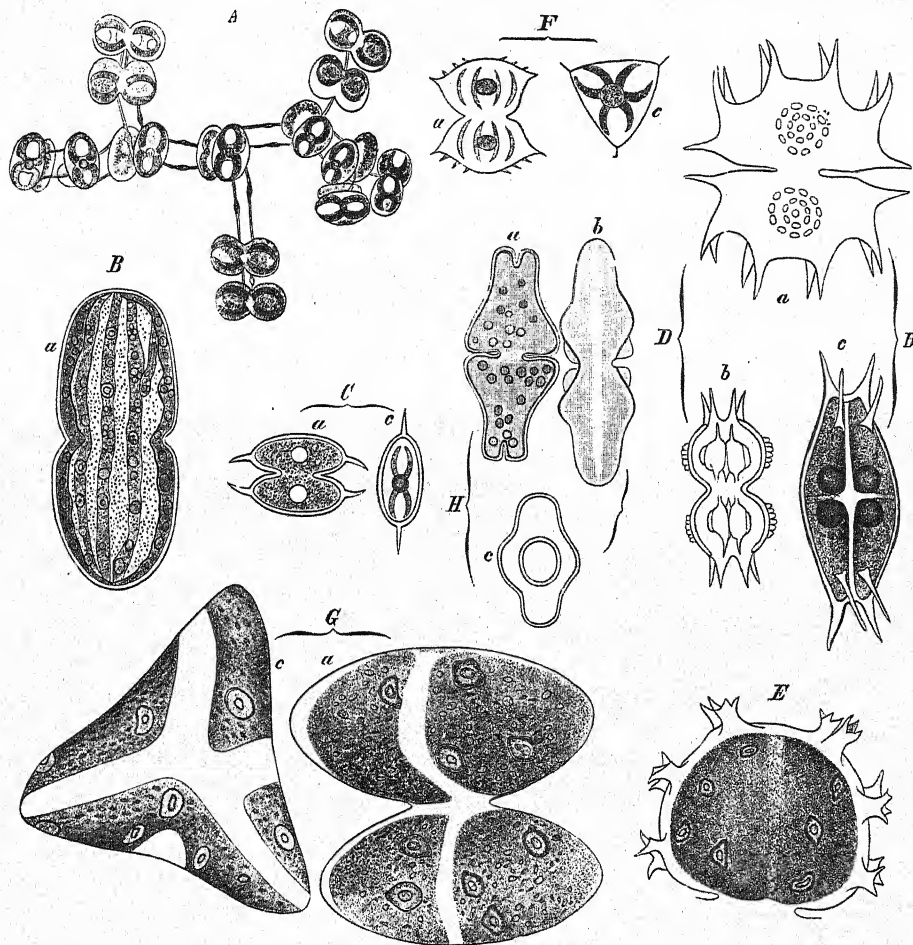


Fig. 273. A *Cosmocladium saxonicum* de Bary (350/1). — B *Cosmarium turgidum* Bréb. (190/1). — C *Arthrodesmus convergens* Ehr. (300/1). — D *Xanthidium cristatum* Bréb. (400/1). — E *X. armatum* Rabenh. (400/1). — F *Staurostrum cristatum* Næg. (360/1). — G *St. grande* Bulnh. (400/1). — H *Euastrum ansatum* Ehrb. (400/1). a Von oben, b von der Seite und c vom Ende gesehen. (A, B nach de Bary; C, F nach Nægeli; D nach Delpont; E, G nach Lundell; H nach Ralfs.)

d. Wissensch. [1835] 173; *Didymocladon* Ralfs, Brit. Desm. [1848] 144; *Stephanoxanthidium* Kützing, Spec. Algarum VI [1849] 184; *Asteroxanthidium* Kützing, l. c. 183; *Phycastrium* Kützing, Phycologia germanica [1845] 137; *Amblyactinium* Nægeli, Gattungen einzell. Algen [1849] 125; *Pachyactinium* Nægeli, l. c. 126; *Stenactinium* Nægeli, l. c. 128; *Pleurenterium* Lundell, Desmid. in Suecia inventae in Nova Acta r. soc. scient. Upsal. Ser. 3, Vol. 8 [1871] 72; *Dichotomum* W. et G. S. West, On some North American Desmidiaceae in Transact. Linn. Soc. London, Ser. II, Bot. Vol. V, Part 5 [1896] 270; *Temperea* Bougon in Le Micrographe préparateur, Vol. 4 [1896] 210; Subgen. *Schizastrum* Turner, Algae Indiae orient. in K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 132; *Trochastrum* Turner, l. c. 132; *Hoplastrum*

Turner, l. c. 132; *Cyptastrum* Turner, l. c. 132; *Cephalastrum* Turner, l. c. 132; *Hectastrum* Turner, l. c. 133; *Cylindriastrum* Turner, l. c. 133; *Glyptastrum* Turner, l. c. 133; *Brachiastrum* Turner, l. c. 133; *Rutidiastrum* Turner, l. c. 133; *Raphidiastrum* Turner, l. c. 133; *Acanthastrum* Turner, l. c. 133; *Sphaericastrum* Turner, l. c. 133; *Odontastrum* Turner, l. c. 133; *Binatella* Bréb., Alg. Falaise [1835] 56). — Zellen zuweilen zu 2—4 miteinander verbunden, oval, mit einem tiefen Einschnitt in der Mitte oder sanduhrförmig, oft mit 3 oder mehreren, selten 2 von jeder Halbzelle auslaufenden Armen versehen, vom Ende gesehen drei-, vier- oder vieleckig, oder mit 3 oder mehr, selten nur 2 von den Halbzellen auslaufenden Armen versehen. Membran glatt, warzig oder stachelig. In jeder Zellhälfte ein axiler Chromatophor, von dessen mit Pyrenoid versehenem Mittelstück 2 einander parallele Platten zu jeder Ecke oder jedem Arme hinaus divergieren, oder es kommen mehrere wandständige Chromatophoren mit mehreren Pyrenoiden in jeder Zellhälfte vor. Zygote rund oder stachelig, im Kopulationskanal von den kreuzweise kopulierten Zellen gebildet, oder viereckig mit breit ausgezogenen Ecken, die von den bleibenden Halbzellen umgeben sind.

583 Arten.

Sekt. I. *Eustaurastrum* Wille in E. P. 1. Aufl. Nachtr. zu I, 2 (1909) 9 (= *Staurastrum* [Mey.] Lund.). Chromatophor axil. *St. muticum* Bréb. (= *Binatella mutica* Bréb.), *St. polymorphum* Bréb.

Sekt. II. *Pleurenterium* Lund., De Desmidiaceis quae in Suecia inventae sunt, 72. Wandständige Chromatophoren mit mehreren Pyrenoiden. *St. tumidum* Bréb., *S. grande* Bulnh.

Unter den zahlreichen *Staurastrum*-Arten sind viele wahre Kosmopoliten, z. B. *St. alternans* Bréb., *St. defectum* Bréb., *St. dilatatum* Ehrb., *St. muticum* Bréb., *St. punctulatum* Bréb., *St. arachne* Ralfs, *St. gracile* Ralfs, *St. polymorphum* Bréb., *St. tetracerum* Ralfs usw.; überhaupt zeigen die meisten Arten dieser Gattung eine große geographische Verbreitung, gewisse Arten sind aber auch für einzelne beschränkte Gebiete charakteristisch. So scheinen z. B. *St. verticillatum* Arch. und *St. Archeri* West extrem atlantische Arten zu sein; *St. elongatum* Bark. vertritt einen nordatlantisch-subarktischen Verbreitungstyp; *St. brasiliense* var. *Lundellii* West, *St. longispinum* Arch. und *St. Ophiura* Lund. sind charakteristische Planktonten, die eine atlantisch-subarktische Verbreitung zeigen; *St. Meriani* Reinsch, *St. capitulum* Bréb. und *St. insigne* Lund. sind Musterbeispiele arktisch-alpiner Verbreitung usw.

Viele *Staurastrum*-Arten gehören zu den häufigsten Süßwasseralgen, die bisweilen massenhaft zu finden sind, andere dagegen treten meist nur vereinzelt auf.

In ökologischer Beziehung sind sie auch sehr verschieden; manche, wie *St. polymorphum* Bréb., *St. punctulatum* Bréb. u. v. a., sind wahre Ubiquisten, andere, wie *St. Simonyi* Heimerl. und *St. margaritaceum* Menegh., scheinen in stark sauren Gewässern den ihnen am meisten zusagenden Lebensraum zu finden; meist in mäßig sauren Gewässern, mit Ph-Bereich zwischen 5,0—7,0, kommen andere Arten vor, z. B. *St. furcatum* Bréb., *St. polytrichum* (Perty) Rabenh., *St. teliferum* Ralfs, *St. Dicktei* Ralfs. Endlich sind Arten wie *St. alternans* Bréb., *St. apiculatum* Bréb., *St. defectum* Bréb., *St. gracile* Ralfs, *St. orbiculare* Ralfs; *St. paradoxum* Meyen, *St. punctulatum* Bréb. und *St. tetracerum* Ralfs am häufigsten in alkalischen Gewässern zu finden, mit Ph-Bereich zwischen 7,0 und 8,0.

18. *Euastrum* Ehrenberg, Entw. Lebens. d. Infus. (1832) 82 (Fig. 273 H). (*Colpopelta* Corda in Almanach de Carlsbad [1835] 179; *Eucosmium* Nägeli, Gattungen einzell. Algen [1849] 120; *Heterocarpella* Turpin, Aperç. organ. [1828] 314; *Euastridium* W. et G. S. West, Algae from Burma in Annals Roy. Bot. Gard. Calcutta, Vol. 6 [1907] 198; Subgen. *Cosmariastrum* Turner, Algae Indiae orient. in K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25. No. 5 [1892] 87; *Colpodastrum* Turner, l. c. 87; *Amblyastrum* Turner, l. c. 88; *Actinastrum* Turner, l. c. 88). — Zellen gerade, länglich oder elliptisch, mit tiefer Einschnürung in der Mitte und abgerundeten oder abgestumpften Enden, welche eingebuchtet, oder durch einen schmalen Einschnitt in 2 symmetrische Lappen geteilt sind, am Rande symmetrisch ausgebuchtet oder gelappt, vom Ende gesehen oval und an jeder Seite mit 1 oder mehreren halbkugelförmig hervortretenden Anschwellungen versehen. Membran mit ± regelmäßig stehenden Warzen. Chromatophor axil, aus längsgestellten, strahlenförmigen, oft rippigen Platten gebildet; 1—2 Pyrenoide in jeder Zellhälfte. Zygoten im Kopulationskanal von den kreuzweise kopulierenden Zellen gebildet, rund, und mit Warzen oder ungeteilten Stacheln besetzt.

Etwa 225 Arten, über die ganze Welt verbreitet.

Sekt. I. *Atomum*. Die Zellhälften am Scheitel ganz und meist leicht buchtig ausgerandet, aber nicht mit einem engen Einschnitte versehen. Z. B. *E. pectinatum* Bréb., *E. gemmatum* Bréb., *E. verrucosum* Ehrb., *E. crassicolle* Lund., *E. sublobatum* Bréb. u. a.

Sekt. II. *Entomum*. Die Zellhälften am Scheitel durch einen schmalen Einschnitt geteilt. Hierzu gehören z. B. *E. crassum* (Bréb.) Kütz., *E. humerosum* Ralfs, *E. pinnatum* Ralfs,

E. oblongum (Grev.) Ralfs, *E. didelta* (Turp.) Ralfs, *E. affine* Ralfs, *E. ampullaceum* Ralfs, *E. sinuosum* Lenorm., *E. inerme* (Ralfs) Lund., *E. ansatum* Ralfs, *E. insigne* Hass., *E. rostratum* Ralfs, *E. bidentatum* Nägl., *E. elegans* (Bréb.) Kütz., *E. binale* (Turp.) Ehrb., *E. denticulatum* (Kirchn.) Gay u. v. a.

Die Gattung schließt sich nahe sowohl an *Cosmarium* wie an *Micrasterias* an, welche Gattungen die am höchsten entwickelten Formen dieses Entwicklungszweiges umfassen.

Unter den zahlreichen Arten von *Euastrum* kommen viele kosmopolitisch vor, z. B. *E. ansatum* Ralfs, *E. binale* Ehrb., *E. denticulatum* Gay, *E. elegans* Kütz., *E. sinuosum* Lenorm., *E. verrucosum* Ehrb. u. a. Gewisse andere Arten haben eine mehr beschränkte Verbreitung oder sind für bestimmte pflanzengeographische Areale charakteristisch. So zeigt z. B. *E. insigne* Hass. eine subatlantische, *E. montanum* W. et G. S. West eine mehr boreal-alpine Verbreitung, während *E. tetralobum* Nordst. in seiner Verbreitung auf hocharktische Länder beschränkt ist.

Die meisten *Euastra* scheinen in ihrem Vorkommen Gewässer mit ständig leicht saurer Reaktion zu bevorzugen, einige, wie *E. didelta* (Turp.) Ralfs und *E. oblongum* (Grev.) Ralfs, sind geradezu als Indikatoren für saures Wasser angegeben worden.

19. **Tetmemorus** Ralfs in Ann. Mag. Nat. Hist., XIV (1844) 256 (Fig. 274 A). (Inkl. *Ichthyocercus* W. et G. S. West, Welwitsch's African Freshwater Algae in Journ. of Botany, Vol. 35 [1897] 80). — Zellen gerade, zylindrisch oder spindelförmig, in der Mitte eingeschnürt, an den Enden abgerundet und durch einen linienförmigen Einschnitt symmetrisch geteilt, im übrigen ganzrandig, vom Ende gesehen oval und ohne Erhöhungen. Membran mit ± deutlich hervortretenden, oft in Längsreihen liegenden Körnern. Chromatophor axil, mit ausstrahlenden Rippen und einer Reihe von Pyrenoiden. Zygote im Kopulationskanal gebildet, glatt, rund oder linsenförmig und von einer äußeren, in ein Viereck ausgezogenen Membran umgeben.

9 Arten, wovon *T. laevis* Ralfs und *T. granulatus* Ralfs die gewöhnlichsten sind; sie zeigen beide eine kosmopolitische Verbreitung und gehen vom Meeresniveau bis zur Schneegrenze hinauf; besonders in *Sphagnum*-Mooren treten sie bisweilen massenhaft auf. *T. laevis* Ralfs ist auch in warmen Quellen gefunden. *T. Brébissonii* Ralfs hat ebenfalls eine weite geographische Verbreitung, ist aber nicht so häufig anzutreffen und bevorzugt ein stark saures Milieu. *T. granulatus* Ralfs gehört mehr den Gewässern an, deren Ph näher beim Neutralpunkt liegt. Auch *T. laevis* Ralfs kommt stets nur in saurem Wasser vor.

20. **Micrasterias** Agardh in Flora, X, 2 (1827) 642 (Fig. 274 B). (*Helictis* Kützing, Synops. diat. in Linnaea Bd. 18 [1833] 605; *Tetrachastrum* Dixon, On a new Genus in Nat. Hist. Rev. [1859] 465; Subgen. *Holocystis* Hassall, Hist. of the British Freshwater Algae [1845] 386; *Atomocystis* Turner, Algae Indiae orient. in K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 98; *Actinocystis* Turner, l. c. 98; *Schizocystis* Turner, l. c. 98). — Zellen gerade, breit elliptisch oder rund, mit einer tiefen Einschnürung in der Mitte; die Zellhälften tief 3lappig, und die Seitenlappen können wieder ein oder mehrere Male ± tief geteilt sein; der Endlappen ist ganz, zuweilen eingebuchtet, aber nie durch einen schmalen Einschnitt geteilt; vom Ende gesehen erscheinen die Zellen schmal elliptisch mit scharfen Enden, ohne halbkugelförmig hervortretende Anschwellungen. Membran glatt oder mit Warzen, an der Kante der Lappen mit kleinen Zähnen versehen. Chromatophor eine axile Platte, die in alle Vorsprünge und Abschnitte der Zelle verzweigt ist. Von dieser Platte gehen auch längsgehende Rippen oder Lappen gegen die Wandflächen aus. Mehrere Pyrenoide über den ganzen Chromatophor zerstreut. Zygote im Kopulationskanal gebildet, kugelförmig und mit langen, oft verzweigten Stacheln besetzt.

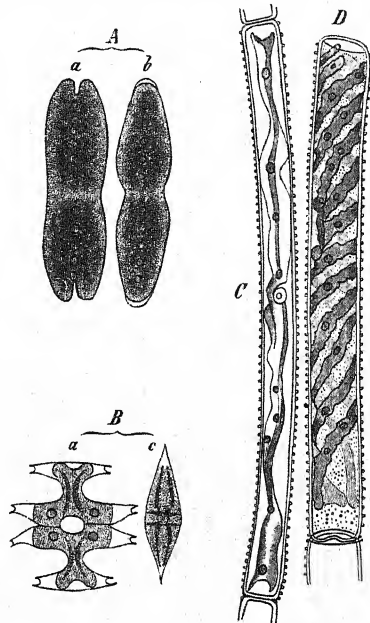


Fig. 274. A *Tetmemorus laevis* (Kütz.) Ralfs (400/1). — B *Micrasterias didymacanthum* Näg. (300/1). — C *Gonatozygon Ralfsi* de Bary (390/1). — D *G. spirataenia* (de Bary) (300/1). a Von vorn, b von der Seite und c vom Ende gesehen. (A nach Ralfs; B nach Nägeli; C und D nach de Bary.)

Etwa 67 Arten über die ganze Welt verbreitet.

Sekt. I. *Tetrachastrum* (Dixon) Hansg., Prodrum. Algenfl. von Böhmen (1888) 207. Zellhälften dreilappig, Lappen nicht strahlig. Mitteleinschnürung und Einschnitte der Zellhälften nach außen bedeutend erweitert. Mittellappen verbreitert, konvex oder abgestutzt, von den Seitenlappen durch eine weite Ausbuchtung entfernt. *M. incisa* (Bréb.) Kütz. (= *Euastrum incisum* Bréb.), *M. oscitans* Ralfs, *M. pinnatifida* (Kütz.) Ralfs (= *Euastrum pinnatifidum* Kütz.).

Sekt. II. *Eumicrasterias* Hansg. l. c. 208. Zellhälften 3- oder 5lappig, Einschnitte konvergieren nach der Mitte der strahlenförmig gelappten Zellen. *M. Cruz-melitensis* (Ehrb.) Ralfs (= *Euastrum Cruz-melitensis* Ehrb.), *M. radiata* Hass., *M. Jenneri* Ralfs, *M. rotata* (Grev.) Ralfs (= *Echinella rotata* Grev.), *M. truncata* (Corda) Bréb., *M. papillifera* (Kütz.) Ralfs.

Die *Micrasterias*-Arten gehören zu den größten, prächtigsten und am häufigsten vorkommenden Desmidiaceen, viele sind über die ganze Welt zu finden, z. B. *M. apiculata* Menegh., *M. Cruz-melitensis* (Ehrb.) Ralfs, *M. denticulata* Bréb., *M. papillifera* (Kütz.) Ralfs, *M. pinnatifida* (Kütz.) Ralfs, *M. radiata* Hass., *M. rotata* (Grev.) Ralfs, *M. truncata* (Corda) Bréb. usw. Andere sind für beschränkte pflanzengeographische Areale charakteristisch; so zeigen *M. oscitans* Ralfs und *M. Jenneri* Ralfs eine subatlantische Verbreitung.

Die Hauptmasse der Arten ist in mäßig sauren oder alkalischen Gewässern zu finden. Viele Arten sind ausgeprägt sphagnophil, z. B. *M. angulosa* Hantzsch.

21. **Spondylosium** Brébisson in Dict. univ. hist. nat., IV (1844) 711 (Fig. 275 A). (*Leuronema* Wallich, Desmid. of Lower Bengal in Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. III, Vol. 5 [1860] 186). — Zellen ohne Granula oder Stacheln, mit geraden oder abgerundeten Enden, zu geraden oder gewundenen Fäden vereinigt, in der Mitte ± eingeschnürt, gegen die Enden hin schmaler oder an denselben abgerundet und, vom Ende gesehen, elliptisch oder dreieckig; teils von einer Gallerthülle umgeben, teils ohne eine solche. Membran glatt oder an den Enden mit kornförmigen Erhöhungen. Chromatophor axil, in jeder Zellhälfte aus 4 oder 6 Platten bestehend, welche von einem Pyrenoid ausstrahlen. Zygote kugelig, entweder glatt oder mit ungeteilten Stacheln besetzt.

26 Arten, von welchen *S. pulchellum* Arch. (= *Sphaerosoma pulchella* Arch.) die gewöhnlichste und wohl kosmopolitisch verbreitet ist. Sie scheint stark saures Milieu zu bevorzugen. Mehr zerstreut treten *S. pygmaeum* (Cooke) W. West, *S. planum* (Wolle) W. et G. S. West, *S. papillosum* W. et G. S. West, *S. secedens* (de Bary) Arch. auf.

22. **Onychonema** Wallich, Desmid. Low. Bengal. (1860) 194 (Fig. 275 B). (Inkl. subgen. *Prionema* Turner, Algae Indiae orient. in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 140; *Colponema* Turner, l. c. 140; *Xanthidiastrum* Delpont, Spec. Desmid. subalp. in Memor. d. R. Acad. d. scienze di Torino, Ser. 2 [1873] 37). — Zellen zusammengedrückt, zu schwach gedrehten Fäden vereinigt, in der Mitte stark eingeschnürt; Halbzellen oval oder abgerundet nierenförmig, zuweilen mit einem etwas gebogenen Stachel an jeder Seite, auf dem Rücken mit 2 Stacheln, welche etwas schief gestellt sind, so daß sie an die Nachbarzelle hinübergreifen. Membran glatt oder an den Enden der Zellen mit kleinen spitzen Erhöhungen versehen. Chromatophor aus 4 in jeder Halbzelle von einem Pyrenoid ausstrahlenden Platten bestehend. Zygote nur bei einer Art bekannt, kugelig mit vielen ungeteilten Stacheln.

6 recht seltene und meist nur in den Tropen vorkommende Algen. *O. filiforme* (Ehrb.) Roy et Biss. (= *Tessararhiza filiformis* Ehrb. = *Isthmia filiformis* Menegh. = *Isthmosira filiformis* Kütz.) und *O. laeve* Nordst. (= *Xanthidiastrum paradoxum* Delp. = *O. paradoxum* Hansg.) sind auch von wenigen zerstreuten Lokalitäten in Europa bekannt.

23. **Sphaerosoma** Corda in Alm. d. Carlsbad (1835) 207 (Fig. 275 C). (Inkl. subgen. *Temnosoma* Turner, Algae Indiae orient. in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 25, No. 5 [1892] 143; *Oxyosoma* Turner, l. c. 144; *Isthmosira* Kütz., Phycol. germanica [1845] 140). — Von beiden vorigen Gattungen dadurch verschieden, daß die Zellen mit Hilfe kleiner Tuberkeln oder zapfenförmiger Fortsätze zu geraden Fäden vereinigt sind. Membran glatt oder auch gegen die Enden der Zellen hin mit kleinen Körnern oder Stacheln. Die Zellen vom Ende gesehen elliptisch oder dreieckig. Zygote in einem bald verschwindenden Kopulationskanal gebildet, kugelig bis rektangulär oder länglich, glatt oder mit ungeteilten Stacheln versehen.

22 Arten. *S. vertebratum* (Bréb.) Ralfs (= *Desmidium vertebratum* Bréb.), *S. excavatum* Ralfs und *S. granulatum* Roy et Bisset sind die gewöhnlichsten und kosmopolitisch verbreitet. Mehr zerstreut sind *S. Wallichii* Jacobs. (= *S. Regnesi* Schmidt) und *S. Aubertianum* W. West.

Die *Sphaerosoma*-Arten scheinen schwach saures bis alkalisches Wasser vorzuziehen.

24. **Streptonema** Wallich, Desmid. Low. Beng. (1860) 186 (Fig. 275 D). — Zellen breiter als lang, mit einer schmalen, tiefen Einschnürung in der Mitte, verbunden durch 3 hyaline, zylindrische Bänder, welche von kleinen, mitten zwischen den Ästen gelegenen Vorsprüngen ausgehen; vom Ende gesehen zeigen die Zellen 3 Äste mit kugelförmig angeschwollenen Spitzen. Chromatophor in jeder Zellhälfte aus 3 in den kugelförmigen Astspitzen 2teiligen Platten bestehend. Zygote oval, glatt, in dem angeschwollenen Kopulationskanal gebildet.

Nur 1 Art, *S. trilobatum* Wallich, in Ostindien.

25. **Desmidium** Agardh, Syst. Alg. (1824) XV (Fig. 275 D, F). (Inkl. *Aptogonum* Ehrenb., Infus. [1838] 381; *Didymoprium* Kützinger, Über systemat. Eintheilung der Algen in Linnaea

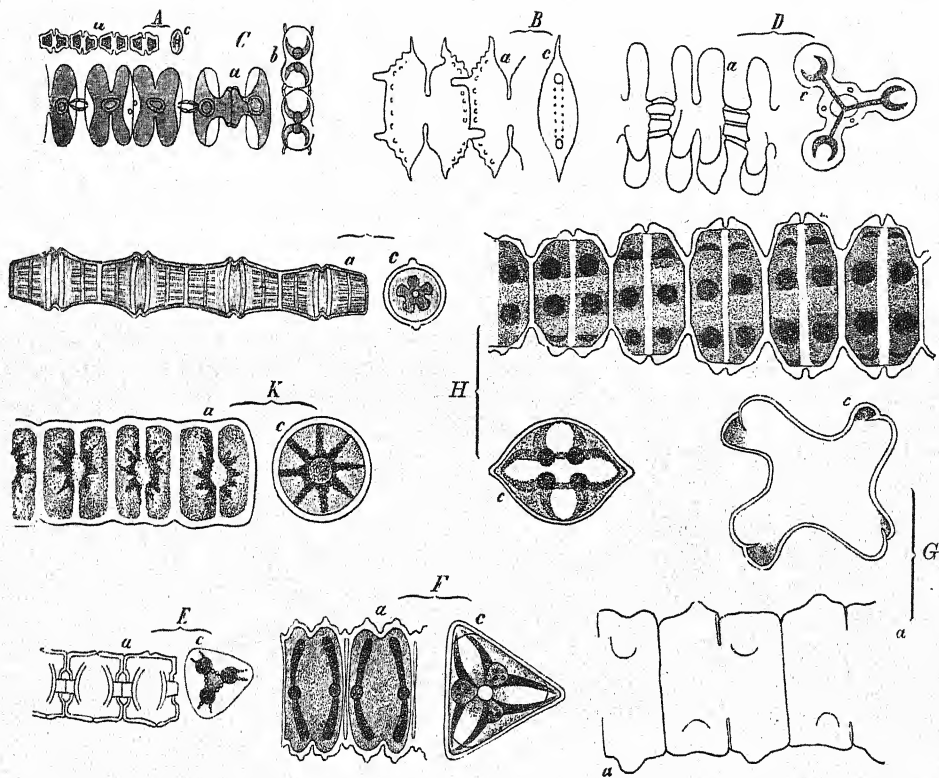


Fig. 275. A *Spondylosium pulchrum* Arch. var. *bambusinoides* (Witttr.) Lund. (400/1). — B *Onychonema uncinatum* Wallich. — C *Sphaerosoma vertebratum* (Bréb.) Ralfs (390/1). — D *Streptonema trilobatum* Wallich. — E *Desmidium Baileyi* Ralfs. — F *D. Swartzii* Ag. — G *Phymatodocis alternans* Nordst. (400/1). — H *Desmidium Grevillei* Kütz. — J *Bambusina Brebissonii* Kütz. (400/1). — K *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Bréb. a Von vorn, b von der Seite und c vom Ende gesehen. (A nach Wittrock; B und D nach Wallich; C nach De Bary; E, F, H, K nach Delponte; G nach Nordstedt; J nach Ralfs.)

Bd. 17 [1843] 84; *Leptozosma* Turner, On some new and rare Desmids in Journ. R. Micr. Soc. Ser. 2, Vol. 5, Part 6 [1885] 934). — Zellen mit geraden oder konkaven Enden zu geraden oder gewundenen Fäden, ohne Tuberkeln, Bänder oder Stacheln, verbunden, in der Mitte \pm eingeschnürt. Vom Ende gesehen drei- oder viereckig, bisweilen oval. Mit oder ohne Gallerthülle. Chromatophor in jeder Zellhälfte aus 4—6—8 wandständigen Chlorophyllplatten, welche von 2, 3 oder 4 Pyrenoiden ausgehen. Zygote rund oder oval, glatt oder etwas stachelig, in dem bleibenden Kopulationskanal gebildet.

17 Arten, von denen *D. Swartzii* Ag., *D. Baileyi* (Ralfs) (= *Aptogonum Baileyi* Ralfs), *D. Grevillei* (Kütz.) (= *Didymoprium Grevillei* Kütz.), *D. aptogonum* Bréb. und *D. cylindricum* Grev. sehr verbreitet und wohl Kosmopoliten sind. *D. cylindricum* Grev. und *D. Swartzii* Ag. sollen angeblich fast nur in mäßig sauren Gewässern vorkommen.

26. *Phymatodocis* Nordstedt in Öfv. Kgl. Vet. Akad. Förhandl. (1877) Nr. 3, 18 (Fig. 275 G). — Zellen mit geraden Enden zu nicht oder nur schwach gewundenen Fäden innig verbunden, ungefähr quadratisch, in der Mitte durch einen linienförmigen Einschnitt eingeschnürt, vom Ende gesehen 4armig, mit einem Tuberkel an der einen Seite der propellerartigen Arme. Sieht man die Zelle von vorn, so gleicht die rechte Seite der Zelle der linken, wenn man sie umkehrt. Zygote groß, glatt, rechteckig, mit abgestumpften Ecken, füllt den Kopulationskanal und einen großen Teil der Mutterzellen aus.

3 Arten. *P. alternans* Nordst. ist nur in Südamerika, *P. Nordstedtianum* Wille in Nordamerika und auf Neuseeland gefunden worden.

27. *Bambusina* Kützing, Phycolog. germ. (1845) 140 (Fig. 268 und Fig. 275 J). (Inkl. *Gymnozyga* Ehrenb., Charakt. von neuen Arten von Infus. in Berl. Monatsber. [1840] 212). — Zellen mit geraden Enden zu gewundenen Fäden vereinigt, gerade, tonnenförmig, ungefähr doppelt so lang als breit, durch eine schwache und schmale Einschnürung in der Mitte scheinbar 2zählig, vom Ende gesehen rund und mit 2 einander gegenüberstehenden kleinen Erhabenheiten versehen. Fäden ohne deutliche Gallerthülle. Membran mit erhabenen Ringen und zwischen diesen an jeder Halbzelle mit mehreren erhabenen Längsstreifen. Chromatophor in jeder Halbzelle aus mehreren (6) von einem Pyrenoid ausstrahlenden Platten bestehend. Zygote durch kreuzweise Kopulation der Zellen im Kopulationskanal gebildet, rundlich-oval, glatt.

6 Arten.

Sekt. I. *Eugymnozyga* Nordstedt in Acta Univ. Lund, Vol. 25 (1889) 1. Zellen ohne Stacheln. Z. B. *B. Brebissonii* Kütz., *B. delicatissima* und *B. longicollis* Nordst. Die ersterwähnte ist kosmopolitisch verbreitet, meist in schwach saurem Wasser, häufig als Plankton.

Sekt. II. *Haplozyga* Nordstedt, l. c. 1. Zellen mit Stacheln. Nur 1 Art: *B. armata* Löfgr. et Nordstedt in Brasilien.

28. *Hyalotheca* Ehrenberg in Monatsber. Berl. Akad. (1840) 212 (Fig. 275 K). (*Glaeoprium* Berkeley in Jenner, Flora Tunbridge Wells [1845] 192; *Mixotaenium* Delponte, Spec. Desmid. subalp. in Memor. d. R. Acad. d. Scienze di Torino Ser. 2 [1873] 35). — Zellen mit geraden Enden zu gewundenen Fäden vereinigt, zylindrisch, gerade, mit breiter, aber schwacher Einschnürung in der Mitte oder erhabenen Querbändern in der Nähe der Enden, vom Ende gesehen rund und zuweilen mit 2 oder 3 kleinen, regelmäßigen Erhöhungen. Im allgemeinen sind die Fäden von einer Gallerthülle umgeben. Membran glatt oder schwach punktiert. Chromatophor in jeder Zellhälfte aus 6—10 strahlenförmig um einen Amylonkern angeordneten Platten bestehend. Zygote rund, glatt, in dem weiten, bleibenden Kopulationskanal gebildet.

13 Arten.

Sekt. I. *Euhyalotheca* Wille in E. P. 1. Aufl., Nachtrag zu I, 2 (1909) 10. Zellhaut ohne Ringe oder Bänder. Zelle vom Ende gesehen mit 2—3 Warzen. Z. B. *H. dissiliens* (Smith) Bréb.

Sekt. II. *Mixotaenium* (Delponte, Spec. Desmid. subalp. 1873, 35 — als Gattung!) Turner in Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. 25, No. 5 (1892) 153. Zellhaut außen mit Ringen oder Bändern. Zelle vom Ende gesehen rund. Z. B. *H. mucosa* (Mert.) Ehrb.

Die beiden obengenannten Arten sind Kosmopoliten. Besonders ist *H. dissiliens* (Smith) Bréb. eine überaus häufig vorkommende Art, in Tümpeln, im Moorwasser, als Plankton usw. Sie ist als eine Alge von außerordentlicher Bewegungsfreiheit in bezug auf Ph-Konzentration ihres Nahrungsmediums angegeben; sie soll in gleicher Gesundheit sowohl in zeitweise alkalischen Tümpeln wie auch in den sauersten Moorgewässern vorkommen können. Ihr Optimalbereich scheint jedoch zwischen Ph 5,0 und 6,5 zu liegen. Auch *H. mucosa* (Mert.) Ehrb. ist eine häufig anzutreffende Art, sie kommt aber weder so allgemein noch so massenhaft vor wie die vorhergehende. Mehr zerstreut und spärlich sind andere Arten wie *H. indica* Turner, die in England, Indien, Ceylon und Java gefunden wurde.

Zygnemataceae.

Mit 6 Figuren.

Wichtigste Literatur. A. de Bary, Unters. über d. Familie der Conjugaten, Leipzig 1858. — L. Rabenhorst, Flora europaea Algarum III, 1868, S. 229—256. — P. T. Cleve, Forsök till en Monogr. öfver svenska Arterna af Algfamilien *Zygnemataceae* (Nov. Act. Regiae Soc. Sc. Upsaliensis 1868). — V. Wittrock, Om Gotlands och Ölands Sötvattensalger (Bih. k. Svenska Vet. Ak. Handl. I, Stockholm 1872). — J. B. de Toni, Sylloge Algarum I, Chlorophyceae, Patavii 1889, S. 726—777. — E. Palla, Über eine neue Art und Gattung d. Conjugaten (Ber. d. deutsch. Bot. Ges.,

Bd. 12, 1894). — E. Hallas, On en ny *Zygnema*-Art med Azygosporer (Botanisk Tidsskrift, Bd. 19, Kjöbenhavn 1894—95). — G. Lagerheim, Über das Phycoporphyrin (Vidensk. Selsk. Skr. M. N. Kl., Kristiania 1895). — W. a. G. S. West, Welwitsch's African Freshwater Algae (Journ. of Botany, Vol. XXXV, London 1897; Observations on the Conjugatae (Annals of Botany, London 1898). — F. Brand, *Mesogerron*, eine neue Chlorophyceengattung (Beibl. z. Hedwigia, Bd. 38, 1899). — M. L. Merriman, Nuclear Division in *Zygnema* (The Botanical Gaz. 1906). — R. Chodat, Etudes sur les Conjuguées, I, II (Bull. Soc. Bot. de Genève 1910 et 1914). — A. Tröndle, Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von *Spirogyra* (Zeitschr. f. Botanik 1911). — F. M. Andrews, Conjugation of two different Species of *Spirogyra* (Bull. Torr. Bot. Club 1911). — A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 9, Zygnemales von O. Borge und A. Pascher, Jena 1913. — M. L. Merriman, Nuclear Division in *Spirogyra* I, II (The Botanical Gaz. 1913 und 1916). — G. S. West and C. I. B. Starkey, A Contribution to the Cytology and life History of *Zygnema* usw. (New Phytologist, Vol. XIV, 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — F. E. Fritsch, The Morphology and Ecology of an extreme terrestrial Form of *Zygnema* (*Zygonium*) *ericetorum* (Ann. of Bot. 1916). — E. N. Transeau, Hybrids among Species of *Spirogyra* (Americ. Naturalist, Vol. 53, 1919). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen I, III, 1922, 1923). — H. Hemleben, Über den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales (Bot. Archiv 1922). — A. de Puymaly, Adaptation à la vie aérienne d'une Conjugée filamenteuse (C. R. Acad. Sc., Paris 1922). — A. Smith, A Note on Conjugation in *Zygnema* (Ann. of Bot. 1922). — H. Hemleben, Einige Bemerkungen über Generationswechsel, Abstammung und Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales (Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererb.-Lehre 1923). — Fr. Peterschilka, Beitrag zur Kernteilung und Parthenosporenbildung von *Spirogyra mirabilis* (Arch. f. Protistenk. 1923). — M. O. Parthasarathy Iyengar, Note on some attached Forms of *Zygnemaceae* (Journal of the Indian Botanical Society, Madras 1923). — L. Kolderup-Rosenvinge, Note sur le *Zygnema reticulatum* Hallas (Revue Algologique, No. 3, 1924). — F. E. Lloyd, Conjugation in *Spirogyra* (Trans. Roy. Canadian Inst., Bd. 15, Toronto 1924. — L. H. Tiffany, A physiological study of growth and reproduction among certain green algae (The Ohio Journ. Science, Bd. 34, 1924). — V. Czurda, Zur Kenntnis der Kopulationsvorgänge bei *Spirogyra* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 51, 1925). — J. F. Lewis, A new conjugate from Woods Hole (American Journal of Botany, Vol. XII, 1925). — F. Steinecke, Die Zweischaligkeit im Membranbau von Zygnemalen und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Conjugaten (Botanisches Archiv, Bd. 13, H. 3—4, 1926). — Paul Magdeburg, Über vegetative Conjugation bei *Mougeotia* (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926). — V. Czurda, Die Reinkultur von Conjugaten (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926).

Merkmale. Zellen zylindrisch, in der Mitte nicht eingeschnürt, zu einfachen, einreihigen, normal unverzweigten, meist freischwimmenden Fäden ohne deutlichere Scheidung in Basis und Spitze vereinigt. Membran ohne äußere Skulptur, aus einem Stück oder aus H-förmigen Stücken bestehend. Vermehrung durch einfache Zweiteilung der Zellen. Bei der Kopulation geht die gesamte (oder ein Teil der gesamten) Inhaltsmasse in die Zygote über, welche beim Keimen nur einen Keimling erzeugt. Jede der beiden kopulierenden Zellen liefert nur einen Gameten.*

Vegetationsorgane. Die Vertreter der *Zygnemataceae* sind stets fadenförmig und bestehen aus einer Reihe vollständig zylindrischer, in der Mitte nicht eingeschnürter Zellen. Die Zellen sind normal zu unverzweigten Fäden vereinigt, doch können bei *Zygnema* und *Mougeotia* auch kurze Äste vorkommen. Die Membran besteht aus Zellulose, die mit einer dünnen Kutikularschicht umgeben ist; bisweilen sind auch andere Stoffe in der Membran beigemischt. Allgemein ist die Membran der Zygnemataceen als aus einem Stück bestehend bezeichnet worden. Daß aber diese Ansicht nicht für alle Vertreter dieser Gruppe zu Recht besteht, geht aus Untersuchungen der letzten Zeit von Hodgetts und Steinecke hervor. Es hat sich dadurch erwiesen, daß die Membran, jedenfalls die gewisser hierhergehöriger Formen, wie z. B. *Zygonium ericetorum*, einen Aufbau aus H-förmigen Stücken zeigt, wie er von *Tribonema* und *Microspora* her bekannt ist. Bei der Zellteilung wächst die neue Querwand als ein Ringwulst hervor, der sich irisblendenartig verengert. Aber gleichzeitig wächst, von seinen Entstehungsstellen an der alten Wand ausgehend, eine neue Membranlamelle hervor, die sich dicht an die Innenseite der alten Membran anlegt und in die Länge wächst, um schließlich die ineinandergeschachtelten Stücke der alten Membran auseinanderzudrängen. Beim Zerreißen der Fäden hält, im Gegensatz zu *Tribonema* und *Microspora*, das H-Stück nicht zusammen, sondern trennt sich durch Verquellung der Mittellamelle in zwei Hälften. Jedes neue Fadenende erhält also die Hälfte eines H-Stückes als schützende Kappe, und nur in Ausnahmefällen bleibt beim Zerreißen das H-Stück als Ganzes erhalten.

Gewisse *Spirogyra*-Arten, deren Membran als einheitlich angesehen wurde, zeigen ebenfalls ähnliche, wenn auch etwas kompliziertere Verhältnisse. Hier geht nämlich, nachdem die Querwand gebildet ist, eine allmähliche Verdickung der nach außen gelegenen jungen Membranwände vor sich, indem an den nach außen liegenden Enden der alten und der jungen Zellwand zarte Fortsätze auftreten, die langsam aufeinanderwachsen, bis sie sich berühren. Hiermit ist die Ausbildung einer inneren Schicht der endgültigen Membran beendet. In diesem Falle ist also eine Dreiteilung der Zellwand festgestellt. Inwieweit auch bei *Zygnema* und *Mougeotia* ein solcher Aufbau der Membran aus H-Stücken vorkommt, ist noch eine offene Frage.

Einige *Spirogyra*-Arten zeigen eigenartige Ringfalten an den Querwänden, die zur systematischen Einteilung der Arten verwandt werden. Diese Ringfalten entstehen durch Appositionswachstum, noch bevor sich die junge Querwand geschlossen hat. Dadurch, daß die Querwand in Form einer allerdings nicht immer leicht erkennbaren Doppellamelle angelegt wird, erklärt sich die später deutlich sichtbare Zusammensetzung der Querwand aus 2 Teilstücken, die bei Turgorschwankungen gegeneinander beweglich sind. Die Ringfalten scheinen dem Zerfall der Fäden dienlich zu sein, indem sie bei Turgorschwankungen die Ausdehnung einer Zelle ermöglichen, so daß ein Riß der Cuticula leichter erfolgen und zu einem Auseinanderreißen der Zellen führen kann. Aber es muß daran erinnert werden, daß auch *Spirogyra*-Fäden mit glatten Querwänden leicht zerfallen können, und die Bedeutung der Ringfalten muß daher dahingestellt bleiben. Steinecke deutet die Ringfalten als Reste der dritten und inneren der früher besprochenen Membranlamellen, als eine weit abgeleitete und veränderte Form des ursprünglich auch hier vorhanden gewesenen Schachtelbaues der Membranen.

Die Fäden der Zygnemataceen sind meist von einer deutlichen Gallertscheide umgeben, die eine Stäbchenstruktur erkennen läßt, über deren Bildungsweise man aber noch etwas im unklaren ist. Eine äußere Skulptur der Zellwand fehlt vollständig, ebenso sind Poren, wie sie bei den Desmidiaceen vorkommen, bisher bei den Zygnemataceen nicht zur Beobachtung gelangt. Gewöhnlich findet man die Fäden zu ausgebreiteten Massen vereinigt, dicht an der Oberfläche des Wassers, wo sie sich durch die zwischen den Fäden hängenden und durch die Assimilation ausgeschiedenen Sauerstoffblasen schwimmend erhalten, doch haften auch einige Arten an Steinen oder an anderen Algen. Sind solche angewachsene Fäden einem heftigen Wogenschlag oder starkem Strom ausgesetzt, so kann eine Entwicklung ziemlich reich verzweigter Haftorgane eintreten und die Außenwand der untersten Zellen sich stark verdicken, wodurch die erforderliche größere Haltbarkeit erzeugt wird. Werden auch die Querwände bei den *Zygnemeae* verdickt, so bleibt eine Stelle derselben doch ohne Verdickung, und diese tritt dann als eine Pore hervor. Die älteren Querwände der *Mesocarpeae* sind linsenförmig, in der Mitte am dicksten. Die Fäden sind meist gleichmäßig entwickelt, und eine Differenzierung in Basis und Spitze ist nur ausnahmsweise und an den ersten Keimlingsstadien wahrnehmbar.

Das Protoplasma bildet meist einen dünnen Belag der Zellwand, mit nach innen vorspringenden Balken, Platten und Leisten. Die Vakuolenflüssigkeit enthält bei gewissen Arten (*Zygogonium*, *Zygnema purpureum*) auch einen roten oder blauen Farbstoff.

Die Chromatophoren sind bei den einzelnen Gattungen verschieden. Bei *Spirogyra* bestehen sie aus einem oder mehreren wandständigen, verschieden steil ansteigenden Spiralbändern, deren jedes mehrere Pyrenoide enthält. Die Ränder der Chlorophyllbänder sind \pm wellig ausgebuchtet und im Querschnitt oft \perp förmig oder rinnenförmig mit den konkaven Seiten gegen die Zellwand gekehrt; sie sind alle rechts gewunden. Bei *Debarya* und *Mougeotia* findet sich 1 (selten 2) axile Platte mit mehreren Pyrenoiden. Die Zellen von *Zygnema* (Fig. 278 C) und *Zygogonium* enthalten 2 axile Chromatophoren mit je einem zentralen Pyrenoid, die bei ersterer Gattung fast morgensternartig vielstrahlig (ähnlich wie bei *Cylindrocystis*), bei letzterer unregelmäßig und zuweilen zu einem axilen Strang verschmolzen sind. Die Chromatophoren zeigen bei gewissen Arten Lageveränderungen als Folge verschiedener Belichtung. Assimilationsprodukt meist Stärke. Außerdem kommen, meist den Chromatophoren aufsitzend, aber auch frei in dem Plasma liegend, kleine Eiweißkörperchen, sog. Karyoiden vor, deren Funktion noch unbekannt ist.

Der Zellkern, welcher ziemlich groß und linsenförmig ist, liegt meist inmitten der Zelle in einer zentralen Plasmaanhäufung, der Kerntasche, die durch feine Proto-

plasmafäden mit dem Wandbelag in Verbindung steht. Bei gewissen Arten ist der Kern an die Zellwand geschoben. Bei *Zygnema* hat der Kern seinen Platz zwischen den beiden sternförmigen Chromatophoren.

Vegetative Vermehrung. Die Zellen teilen sich durch einfache Querteilung unter sukzedaner Wandbildung. Nachdem die Kernteilung vollzogen ist, rücken die beiden Kerne voneinander und nach der Mitte der Tochterzellen, und die neue Querwand wächst als eine Ringleiste in die Zelle hinein. Es sieht aus, als würden die Chromatophoren und das Plasma nebst seinen übrigen Einschlüssen durch die vorrückenden Ränder des Diaphragmas einfach zerschnitten. Bei *Zygnema* hingegen teilen sich die Chlorophyllkörper und das Pyrenoid erst dann, wenn die Querwand beinahe fertig gebildet ist und die Tochterkerne bis ungefähr in die Mitte der Tochterzellen gewandert sind. Die Kern- und Zellteilung bei den *Zygnemataceae* sind recht gut von einer Anzahl verschiedener Forscher studiert worden; für alle Einzelheiten verweise ich auf die erschöpfende Darstellung bei Oltmanns (1922). Wenn die Fäden, die ziemlich zerbrechlich sind, eine gewisse Länge erreicht haben, können sie in 2 oder mehrere Stücke zerfallen, was für die vegetative Vermehrung von Bedeutung ist, indem jede isolierte Zelle und jedes Fadenfragment zu neuen Fäden heranwachsen können. Bei gewissen Arten kommen auch spezielle Einrichtungen vor, um den rapiden Zerfall der Fäden zu erleichtern.

Bei einigen *Zygnema*- (z. B. *Z. spontaneum*) wie auch bei *Spirogyra*-Arten (z. B. *S. mirabilis*) u. a. werden **Aplanosporen** gebildet, indem der Inhalt der vegetativen Zellen sich in der Mitte der Zelle zu einem beinahe kugelförmigen Körper kontrahiert und sich mit einer Membran umgibt, deren Bau ein ähnlicher sein kann wie bei den normal entwickelten Zygoten. Bei *Spirogyra mirabilis*, wo das Keimen der Aplanosporen beobachtet worden ist, findet dasselbe wie bei anderen *Spirogyra*-Arten statt. Da die Zellen in diesen Fällen keinen Kopulationskanal bilden, so haben sie sich nicht als Geschlechtszellen differenziert, und die in ihnen gebildeten Vermehrungszellen sind daher nicht als Parthenosporen aufzufassen, sondern als Aplanosporen. (Nach Solms [Bot. Zeit. 1888, S. 648] verdanken die Aplanosporen der *Spirogyra mirabilis* ihre Entstehung einer *Chytridiacea*.)

Bei *Zygnema* und besonders bei *Zygogonium* werden Dauerzellen (**Ruheakineten**) dadurch gebildet, daß die Zellen des Fadens, ohne ihren Inhalt zu kontrahieren, eine dickere Membran erhalten und sich reichlich mit Stärke, Öl und protoplasmatischen Stoffen füllen. In diesem Zustand können sich die Fäden selbst unter sehr ungünstigen Lebensverhältnissen lebend erhalten, und dieselben wachsen dann bei der Keimung, nachdem sie die äußere Membranschicht gesprengt haben, auf normale Weise aus.

Bei den Mesocarpeen kann vegetative Vermehrung, wie bei den Zygnemeen, dadurch stattfinden, daß die Zellen des Fadens sich voneinander loslösen, worauf dann eine jede Zelle zu einem Faden auswachsen kann.

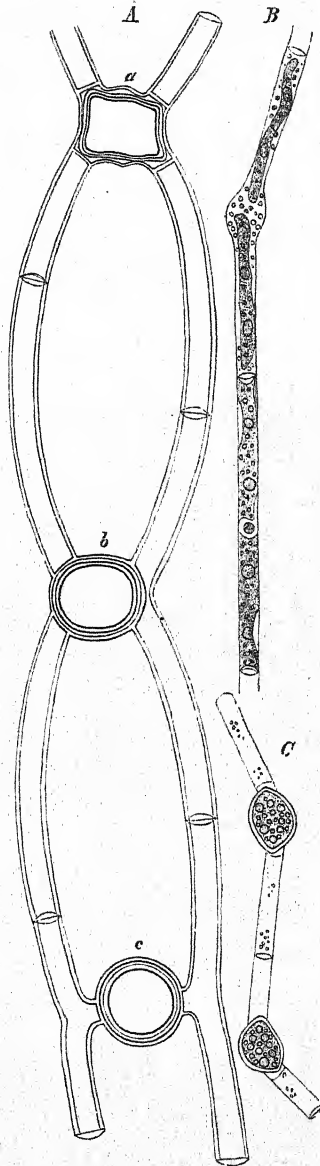


Fig. 276. A *Mougeotia calcarea* Wittr. (400/1). — B, C *Gonatonema ventricosum* Wittr. B Beginn der Aplanosporenbildung; C Faden mit fertigen Aplanosporen (400/1). (Nach Wittrock.)

Dauerzellen (Ruheakineten) können auf eine ähnliche Weise wie bei *Zygnema* entstehen. Die Zellen des Fadens werden dann dickwandig und so reich an chlorophyllführendem Inhalt, daß der ganze Zellraum von einer gleichmäßig grünen, körnigen Inhaltsmasse erfüllt zu sein scheint. Beim Keimen werden die äußeren Membranschichten ringförmig in der Nähe einer der Querwände zersprengt, indem der Zellinhalt, umgeben von den inneren Membranschichten, sich ausdehnt und den kürzeren Teil der alten Membran wie eine Kappe abwirft, worauf die neue Zelle auch aus dem größeren Membranteil heraustreten kann, denselben als eine Hülse zurücklassend. Die auf diese Weise gebildeten jungen Individuen sind an dem einen oder auch an beiden Enden zugespitzt und erinnern sehr an die aus den keimenden Zygosporien entstandenen Zellen.

Aplanosporen entstehen bei *Mougeotia* in der Weise, daß der chlorophyllführende Inhalt der Zelle sich in der an der einen Seite etwas angeschwellenen Mitte derselben sammelt und hier an beiden Seiten durch eine Querwand von dem übrigen Teil der Zelle abgegrenzt wird, worauf sich hier eine dicke Akinetenmembran unmittelbar innerhalb der Zellmembran entwickelt.

Bei der Gattung *Gonatonema* kommen als einzig bekannte Vermehrungszellen nur Aplanosporen vor, welche auf folgende Weise entstehen: Bei *G. ventricosum* verlängern sich die Zellen um das Doppelte und schwellen in der Mitte an, während gleichzeitig der Chromatophor sich teilt (Fig. 276 B). Von beiden Seiten bewegt sich hierauf der größere Teil des Chromatophors nach dem mittleren, angeschwellenen Teil der Zelle, welcher sodann durch eine Querwand an jeder Seite von der übrigen Zelle abgegrenzt wird. In dieser neuen Zelle zieht sich der Inhalt schwach zu einer Aplanospore zusammen.

Fortpflanzung. Die Kopulation erfolgt, ohne daß die Zellen ihre Verbindung auflösen, entweder zwischen den Zellen parallel liegender Fäden, die sich oft in langgezogener Spirale umwinden, oder zwischen zwei Nachbarzellen des gleichen Fadens. Jedoch kommen Kombinationen der beiden Kopulationstypen vor. Alle seitlich kopulierenden Arten und diejenigen, die eine Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation zeigen, sind gemischtgeschlechtlich, während demgegenüber die rein leiterförmig kopulierenden getrenntgeschlechtlich sind. Die Vorbereitung zur Kopulation geschieht gleichzeitig im ganzen Faden (die Basalzellen und vielleicht mehrere untere Zellen der festsitzenden Formen kopulieren nicht), sie gibt sich bei den leiterförmig kopulierenden Spirogyren durch eine ausgesprochene Verkettung der Fäden mittels der verquollenen, undeutlich geschichteten, primären Wandschicht zu erkennen, und an den Seiten, welche die betreffenden Zellen einander zuwenden, wächst aus jeder Zelle ein Vorsprung hervor. In allen Zellen der kopulierenden Fäden, auch in den überzähligen, die keinen Partner haben, setzt gleich zu Beginn der Verklebung Speicherung von Stärke ein, die dann in den überzähligen wieder aufgelöst wird, während die Zellenpaare sie noch stärker speichern. Während des Wachstums der Papille tritt in ihr ein mit dem Binnenkörper oder auch dem Kern leicht zu verwechselndes Gebilde von unbekannter Natur und Bedeutung auf. Wenn dann diese Auswüchse mit ihren Enden aneinanderstoßen, wird die sie trennende Querwand aufgelöst, so daß sich ein Kopulationskanal bildet. Hierauf kontrahiert sich der protoplasmatische Inhalt dieser Zellen unter Wasserabgabe. Bei der Abteilung *Zygnemae* sind diese beiden Protoplasmakörper die Gameten, welche miteinander verschmelzen, und zwar bei *Debarya* und einigen *Zygnema*-Arten im Kopulationskanal, wohin sich beide in gleicher Weise begeben; es besteht hier also kein Geschlechtsunterschied. Bei einigen anderen *Zygnema*-Arten und bei *Spirogyra* findet sich zwischen den kopulierenden Fäden ein größerer oder kleinerer Geschlechtsunterschied, indem der eine Gamet als Ei unbeweglich in seiner oft etwas angeschwellenen Mutterzelle liegenbleibt, während der andere durch den Kopulationskanal zu ihm hinübertritt (Fig. 277, I). Das Verschmelzungsprodukt umgibt sich nach einer größeren oder geringeren Kontraktion mit einer Membran und wird zur Zygote. Zuweilen geht aber nicht der ganze Inhalt in die Zygote über, sondern es bleibt ein Teil davon als ein unbrauchbarer Rest zurück. Am schärfsten ist der Geschlechtsunterschied und der Unterschied zwischen den sterilen und fruktifikativen Zellen bei jenen *Spirogyra*-Arten ausgeprägt, welche früher *Sirogonium* benannt wurden. Der Kopulationskanal ist hier schwach entwickelt oder er fehlt ganz, weil die Zellen sich knieförmig gegeneinanderbiegen (Fig. 277, II). Hierauf werden

durch Zellteilung erst die Mutterzellen der Gameten gebildet, und zwar wird von den ♀ Zellen eine kleinere sterile Zelle abgeschnitten (Fig. 277, II A, b), von den ♂ eine erheblich größere oder außer dieser noch eine kleinere dazu (Fig. 277, II B, b u. c); die Kopulation zwischen den beiden hier also auch an Größe ungleichen Gameten findet im übrigen ebenso wie bei den anderen *Spirogyra*-Arten statt. Bei der von Lewis beschriebenen *Temnogyra Collinsii* findet sich sowohl leiterförmige als auch seitliche Konjugation, oft an demselben Faden. Mit jeder Geschlechtszelle entsteht aus der Mutterzelle gleichzeitig eine größere sterile Zelle, die ein kleineres Bruchstück des Chloroplasten erhält und verhältnismäßig inhaltsarm ist. Die ♀ Zelle schwillt an, und der Inhalt der ♂ Zelle tritt durch den wohlentwickelten Konjugationsschlauch in sie über. Wenn man bedenkt, daß auch bei anderen Vertretern dieser Familie, *Zygnema*, *Spirogyra* usw., nicht der gesamte Inhalt der Gametenmutterzellen in die Zygote eintritt, sondern daß ±

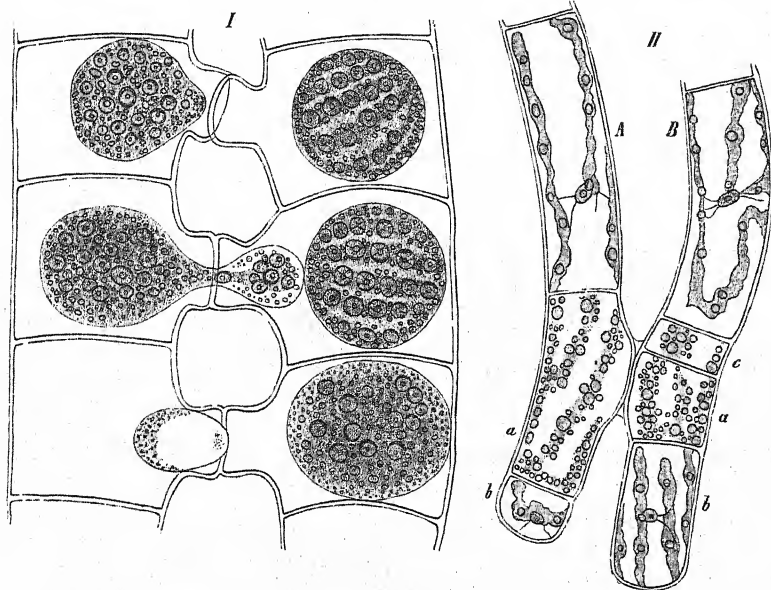


Fig. 277. I *Spirogyra Heertiana* Näg., Kopulationsstadien (190/1). — II *S. stictica* (E. Bot.) Wille. A ♀, B ♂ Faden. a, a Mutterzellen der Gameten, b, b, c sterile Zellen (190/1). (Nach de Bary.)

Vakuolenflüssigkeit, »Körnerplasma« usw., ausgeschaltet wird, sind diese Vorgänge leicht verständlich und beanspruchen in systematischer Beziehung wohl nicht allzuviel Interesse. Ich habe daher sowohl *Sirogonium* Kütz. wie *Temnogyra* Lewis — als eine besondere Sektion — in die Gattung *Spirogyra* eingereiht. Im allgemeinen gehören sämtliche Zellen eines Fadens ein und demselben Geschlecht an; bei manchen *Spirogyra*-Arten sind die Zellen der ♀ Fäden an Größe und Form etwas von jenen der ♂ verschieden. Ausnahmsweise kommt es indes vor, daß der Inhalt zweier Zellen ein und desselben Fadens sich vereinigt (*Rhynchonema*-Konjugation); in diesem Falle bildet sich der Kopulationskanal zwischen beiden Zellen nahe der trennenden Querwand; nach Auflösung der Querwand zwischen den beiden Kopulationskanälen gleitet der ♂ Gamet zu dem ♀ in die Nachbarzelle hinüber. Überzählige Zellen der kopulierenden Fäden gehen zugrunde. Zellen, die an der Protoplastenverschmelzung gehindert sind, können in beiden Geschlechtern kleinere Azygoten bilden.

Bei *Zygogonium* (Fig. 278 A) kommt die Abweichung vor, daß ein Teil des Inhalts der konjugierenden Zellen sich im Kopulationskanal zu beiden Seiten der Querwand desselben ansammelt und sich hier durch eine Wand von dem übrigen Teil abgrenzt. Erst die Protoplastmakörper dieser beiden neuen Zellen sind die Gameten und vereinigen sich ohne Kontraktion nach Auflösen der ursprünglichen Querwand des Kopulationskanals.

Die gebildeten Zygoten der Zygnemeen sind derbhäutig, meist rotbraun, verschieden skulpturiert und von 3 Schichten umgeben. Die innerste ist dünn und bildet beim Keimen die Membran des neuen Individuums; die mittlere ist braun, dick und oft mit Skulptur versehen, während die äußere farblos, relativ dünn und meist glatt ist. In der Mittelschicht der Zygotenmembran von *Zygnema* hat Tiffany Chitin festgestellt. Die Form der Zygoten ist verschieden, kugelig-ellipsoidisch, aber auch kubisch, polyedrisch bis zylindrisch. Die Zygoten stellen die diploiden Phasen dar und machen gewöhnlich eine längere Ruhezeit durch, bevor sie keimen.

Bei *Mougeotia* erfolgt die Konjugation ebenso wie bei den *Zygnemeae*, entweder zwischen den Zellen verschiedener Fäden oder den Nachbarzellen ein und desselben Fadens. Ein mehr hervortretender Geschlechtsunterschied oder ein Unterschied zwischen sterilen und fruktifikativen Zellen findet sich nicht, wenn man von den Basalzellen oder einigen der untersten Zellen absieht, welche bei festgewachsenen Individuen stets steril sind. Der Kopulationsakt selbst weicht hingegen etwas von demjenigen bei den *Zygnemeae* ab. Es kommt hier nämlich im Grunde genommen keine Kontraktion des protoplasmatischen Inhalts der kopulierenden Zellen vor, und nur ein Teil dieses Inhalts, nämlich die Zellkerne und der größere Teil des Chromatophors, geht in die Gameten über, die von dem übrigen Inhalt nicht scharf abgegrenzt sind. Die beiden Gameten begeben sich zueinander und vereinigen sich zu einer Zygote, die entweder vollständig im Kopulationskanal eingeschlossen ist (Fig. 276 A c) oder noch einen Teil des einen oder der beiden Zellräume erfüllt (Fig. 276 A b, a), von welchen sie durch 2, 3 oder 4 Wände abgetrennt wird, bevor sie sich ohne Kontraktion mit Membran umgibt. Die Zygote kann in der Form variieren, ist aber in der Regel von vorn gesehen rund, vier- oder sechseckig, von der schmalen Seite gesehen linsenförmig abgeplattet und von den 2, 3 oder 4 Zellen umgeben, welche bei ihrer Abgrenzung entstanden sind. Es werden für die Zygoten von *Mougeotia* nur 2 Membranschichten angegeben, deren äußere farbig (gelb oder braun) ist und glatt oder mit Skulptur versehen sein kann.

Klebs hat die Bedingungen der Kopulation näher studiert.

Im besonderen sieht man verschiedene Typen der Kopulation ausgebildet, die teilweise für einzelne Gattungen und Arten recht charakteristisch sind, teilweise finden sie sich aber auch an einem und demselben Zellfaden verwirklicht. Eine erschöpfende Darstellung der verschiedenen Kopulationsvorgänge hat Oltmanns gegeben, und für weitere Einzelheiten verweise ich auf seine Arbeit von 1922.

Eine Parthenogenesis kommt zugleich mit normalen, durch Kopulation gebildeten Zygoten nicht selten vor (z. B. *Spirogyra groenlandica*), indem nach ± vollständiger Bildung des Kopulationskanals die Protoplastkörper, ohne zu verschmelzen, sich zu »Parthenosporen« ausbilden; dabei kann das Hintüberwandern durch den Kopulationskanal noch stattfinden oder unterbleiben. Bei *Zygnema reticulatum* Hallas sind nur Azygoten bekannt. Die Parthenosporen enthalten vom Anfang bis zum Ende nur einen Kern. Durch gewisse Ernährungsbedingungen konnte Klebs künstliche Parthenogenesis herbeiführen, z. B. wenn er die Spirogyren im richtigen Moment (d. i. wenn die bereits durch Fortsätze vereinigten Zellen beginnen, ihren Turgor herabzusetzen und sich zu kontrahieren) in 6prozentige Zucker- oder 1prozentige Nährlösung überführte.

Bei *Mougeotia* ist eine sog. vegetative Konjugation beobachtet worden, indem bei den konjugierenden Zellen zwar eine Vereinigung des Plasmas und auch der Chromatophoren stattfindet, aber eine Kernfusion unterbleibt; zur Ausbildung einer Zygote kommt es auch nicht. Der Vorgang bei diesem Prozeß ist der, daß sich ein anormal langer Kopulations-schlauch bildet, in welchen die beiden Kerne einwandern, die sich, ohne sich vereinigt zu haben, teilen und eine zentrale, vegetative, zweikernige Zelle und zwei benachbarte einkernige Zellen bilden. Ältere Stadien dieser Zellen wurden nicht beobachtet, und das weitere Schicksal der zweikernigen Zellen ist nicht bekannt.

Dies ist wohl als eine Parallelerscheinung zu den als Plasmogamie bekannten Verschmelzungen bei den Protozoen zu deuten. Möglicherweise liegt auch nur eine komplizierte Art einer Rhizoidbildung vor, vielleicht mit Zusammenwirkung einer »Konjugationsstimmung«.

Bastarde kommen bisweilen vor. Bessey gab zuerst eine Kreuzung zwischen zwei *Spirogyra*-Arten an (*Sp. majuscula* × *protecta*). Später hat Andrews Bastarde zwischen

Spirogyra crassa und *Sp. communis* beschrieben, und ähnliche Angaben liegen auch von West, von Transeau und von Pascher vor.

Keimung der Zygoten. Bei Beginn der Keimung wird der Zygotenkern durch zwei aufeinanderfolgende Teilungsschritte in 4 gleich große Tochterkerne geteilt. Die erste Teilung bedeutet bei *Zygnema* und gewissen *Spirogyra*-Arten eine Reduktionsteilung, und die beiden dadurch entstehenden Kerne sind also bereits wieder haploid. Bei anderen *Spirogyra*-Arten wird der Reduktionsvorgang erst auf den zweiten Teilungsschritt verlegt, und in diesem Falle sind die beiden ersten Kerne noch diploid wie der Zygotenkern selber. Übrigens sind auch Übergänge zwischen diesen Entwicklungsmodi gefunden. Von den 4 in dieser Weise entstandenen Kernen gehen 3 zugrunde, indem sie im Plasma offenbar aufgelöst werden; nur der überlebende geht in den Keimling über, und von ihm leiten sich dann alle Kerne des Fadens her. Ganz wie bei den Desmidiaceen ist allein die Zygote diploid, alle Fäden sind haploid.

Gleichzeitig mit den Kernteilungen verschwindet das Öl in der Zygote und wird in Stärke zurückgebildet, und der Chromatophor tritt deutlicher hervor. Bei *Spirogyra*, *Sirogonium* u. a. wird dann die äußere Membranschicht gesprengt, und der bald hervortretende Keimling teilt sich in zwei Zellen. Die eine von ihnen, die die Fadenzelle darstellt, teilt sich in rascher Folge weiter und bildet den eigentlichen Faden, während die andere, die nicht teilungsfähig ist, inhaltleer bleibt und meist zugrunde geht. Sie stellt eine primitive Wurzelzelle dar, welche noch ziemlich lange in der Zygotenmembran steckenbleibt. Bei anderen Arten öffnet sich die Zygotenmembran in bestimmter Form mit einem Deckel.

Beim Keimen der Zygoten von *Mougeotia* wird die äußere Membran entweder wie ein Deckel abgesprengt oder erhält eine \pm unregelmäßige Spalte, worauf der Inhalt, von der inneren Membran umgeben, in 1, zuweilen in 2 einander entgegengesetzten Richtungen zu einem langen Faden hervorstößt, der sich mitunter in 2, in der Regel aber durch mehrere gleichzeitig gebildete Querwände in 3—5 Zellen teilt, die sich entweder alle später durch eine allgemeine Zweiteilung von neuem teilen oder von denen einige, welche 2 Zellkerne und 2 Chromatophorplatten haben (bei *Mougeotia laetevirens* z. B. enthält der Faden stets 3 solche Zellen), fortfahren, sich durch 2 zu gleicher Zeit entstehende Querwände in 3 Zellen zu teilen. Sonach muß die Anzahl der Doppelkernzellen konstant bleiben, mag auch die Menge der übrigen Zellen sich ungemessen vermehren.

Bewegungen. Die Fäden der *Zygnemataceae* zeigen deutliche Bewegungserscheinungen, die teils autonom sind, teils durch Licht und Schwere herbeigeführt werden. Wenn z. B. verworrene Klumpen von *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia* u. a. in ein Kulturgefäß gebracht werden, entwirren sie sich rasch und bilden strahlige, roßschweifähnliche Büschel und können sogar etwas über das Wasser hervorragen, wenn die Luft hinreichend feucht ist. Diese Bewegung ist auf Unterschiede im Wachstum zurückzuführen.

Die geographische Verbreitung der *Zygnemataceae* ist eine sehr ausgedehnte; sie kommen in süßem oder sehr schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen vor, auch in den arktischen Regionen, z. B. auf Spitzbergen und in Nowaja Semlja. Marin ist keine. Nur ganz vereinzelte Formen finden sich auch an feuchten Stellen außerhalb des Wassers. Besonders *Spirogyra*- und *Zygnema*-Arten gehören zu den gewöhnlichsten Süßwasseralgen vom Meeresniveau bis in die Nähe der Schneegrenze in den Hochgebirgen. Sie kommen meist in langsam fließendem Wasser und kleinen Tümpeln und Lachen vor, die sie infolge ihrer ungemein regen Vermehrung in kurzer Zeit mit ihren kräftig grünen, schleimigen, in starker Sonne gelbgrünen Fäden erfüllen können. *Mougeotia* findet sich beinahe überall in süßem oder nur ganz schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen bis an die Schneegrenze. Besonders scheint sie aber kalkhaltiges Wasser zu bevorzugen, was die *Zygnemaeae* und *Desmidiaceae* nicht so gut vertragen können. Sie ist infolgedessen sehr allgemein verbreitet und tritt mit vielen Arten überall in den kalkreichen Gegenden auf. Die *Gonatonema*-Arten sind dagegen nur an vereinzelten Stellen in Europa, Afrika und Nordamerika gefunden worden. *Zygogonium ericetorum* ist fast kosmopolitisch verbreitet und eine Alge stark saurer Wasserstellen; ihre Hauptentfaltung findet sie in den Hochmooren, wo sie oft massenhaft auftritt. Ihre getrockneten Lager werden oft Meteorpapier genannt. In größeren Wasseransammlungen kommt sie immer nur spärlicher vor.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Hauptmerkmale für die systematische Entwicklung der *Zygnemataceae* sind ohne Zweifel die Gametenbildung und die Kopulationsvorgänge, sowie der innere Bau, im besonderen die Chromatophoren der Zellen. Es besteht wohl auch keine Meinungsverschiedenheit darüber, daß sich die *Zygnemataceae* nahe an die *Desmidiaceae*, besonders die Gruppe *Saccodermeae*, anschließen, von denen z. B. einige *Cylindrocystis*-Arten mehrfache Ähnlichkeit im Zellenbau mit *Zygnema* zeigen. Die Chromatophoren sind bei den beiden Gattungen sternförmig, und es gibt *Cylindrocystis*-Arten, deren Zellen mit den abgestutzten Enden zu mehreren aneinander hängenbleiben; auch die Einschnürung in der Zellmitte ist bei gewissen *Cylindrocystis*-Arten kaum merkbar. Die Sekt. *Hallasia* bildet einen direkten Übergang zwischen den genannten Gattungen. In bezug auf die Einteilung innerhalb der Familie sind aber die Ansichten recht verschieden, und es würde hier zu weit führen, auf diese Frage in Einzelheiten einzugehen. Ich verweise diesbezüglich auf G. S. West, 1916.

Einteilung der Familie.

- A. Die Gameten entstehen unter starker Kontraktion direkt aus dem Inhalte der vegetativen Zellen; bisweilen wird zuerst eine vegetative Zelle vom Gametangium abgeschieden, aber kein Gametangium im Kopulationskanal gebildet **I. Zygnemataceae.**
 - a. Zwei axile sternförmige Chromatophoren in jeder Zelle **1. Zygnema.**
 - b. Chromatophor 1 bis mehrere wandständige Chlorophyllbänder bildend **2. Spirogyra.**
 - c. Chromatophor 1—2 Chlorophyllplatten bildend.
 - 1. In jeder Zelle 2 exzentrische Chlorophyllplatten **3. Pleurodiscus.**
 - 2. In jeder Zelle 1—2 axile Chlorophyllplatten **4. Debarya.**
- B. Die kopulierenden Zellen sind Progametangien. Die Gameten entstehen in besonderen im Kopulationskanal gebildeten Zellen und verschmelzen ohne Kontraktion
 - a. Die Zygote hat eine glatte Membran **II. Zygonieae.**
 - b. Die Zygote hat ringsum eine enge Membranspalte **5. Zygonium.**
 - c. Nur ein Teil des Inhaltes der konjugierenden Zellen geht in die Zygote über **6. Pyxispora.**
- C. Nur ein Teil des Inhaltes der konjugierenden Zellen geht in die Zygote über
 - a. Zygoten werden unter Teilung der konjugierenden Zellen gebildet; Akineten und Aplanosporen fehlen oder werden ohne Verlängerung der Zelle und ohne Teilung des Chromatophors durch eine Dreiteilung der Mutterzelle gebildet **III. Mesocarpeae.**
 - b. Die Gametangien werden vor der Kopulation durch eine Quervand von den vegetativen Zellen getrennt **7. Mougeotia.**
 - c. Zygoten fehlen; Aplanosporen werden durch eine Dreiteilung nach vorhergehender Zellenverlängerung und Teilung des Chromatophors gebildet **8. Temnogametum.**
 - c. Zygoten fehlen; Aplanosporen werden durch eine Dreiteilung nach vorhergehender Zellenverlängerung und Teilung des Chromatophors gebildet **9. Gonatonema.**

I. Zygnemataceae.

Faden von verhältnismäßig kurzen und breiten Zellen gebildet; Chromatophor sehr verschieden gestaltet, axil oder parietal. Die Gametangien entstehen unter starker Kontraktion direkt aus dem Inhalte der vegetativen Zellen; bisweilen wird zuerst eine vegetative Zelle vom Gametangium abgeschieden, aber kein Gametangium im Kopulationskanal gebildet. Parthenosporen, Aplanosporen und Ruheakineten sind bekannt.

1. Zygnema Agardh, Syst. Alg. (1824) 77 (Fig. 278 B, C). (*Tyndaridea* Hassall, Manual. [1841] 141; *Globulina* Link in Nees, Hor. Phys. Berol. [1820] 4; *Stellulina* Link, Handb. III [1833] 261; *Thwaitesia* Mont., Fl. d'Algérie [1838] 175; *Hallasia* Kolderup-Rosenvinge in Revue Algol. I [1924] No. 3, 212; *Euzygnema* Gay, Essai Monogr. Conjug. [1884] 84 sect. *Leiospermum* [De-Bary] Hansgirg in Hedwigia [1888] 257; Subsect. *Cyanospermum* Hansgirg, l. c. 257; *Scrobiculospermum* Hansgirg, l. c. 258; *Diadena* Pal. de B.; *Lucernaria* Ross.; *Zeugnema* Link, *Phacospermum* Hansg.). — Zellen zylindrisch und ebenso lang wie breit oder, was selten der Fall ist, 2—5mal so lang als breit; Querwände überall von gleichmäßiger Dicke und ohne Ringleiste; 2 axile, vielstrahlige Chromatophoren, deren jeder ein Pyrenoid enthält; der Zellkern liegt zwischen den Chromatophoren. Konjugation findet zwischen zwei verschiedenen Fäden oder zwei Nachbarzellen in ein und demselben Faden ohne deutlichen Unterschied zwischen ♂ und ♀ Zellen statt. Die Zygote wird im Kopulationskanal oder in einer der kopulierenden Zellen gebildet, ihre mittlere Membran ist farbig, glatt oder grubig, die äußere farblos, glatt oder mit Erhabenheiten übersät. Auch

Azygoten kommen vor. Die beim Keimen der Zygote gebildete erste Zelle ist an beiden Enden gleich.

Ungefähr 27 Arten in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Pectinata* Wille in E. P., 1. Aufl. I, 2 (1890) 20. Die Zygote in dem blasigen Mittelraum zwischen den leiterförmig verbundenen Zellpaaren, z. B. *Z. pectinatum* (Vauch.) Ag.

Sekt. II. *Leiosperma* (de Bary) Hansg. in Hedwigia, 1888, 257. Die Zygote entsteht in einer der kopulierenden Zellen und hat eine braune, glatte und homogene Mittelhaut, z. B. *Z. leiospermum* de Bary.

Sekt. III. *Scrobiculata* (de Bary) Hansg., l. c. 258. Die Zygote entsteht in einer der kopulierenden Zellen und hat eine grubig-getüpfelte Mittelhaut, z. B. *Z. stellinum* Ag.

Sekt. IV. *Hallasia* (Kolderup-Rosenvinge in Rev. Algol. I (1924) No. 3, 212 — als Gattung!) Printz. Zygoten kommen nicht vor, dagegen entstehen Azygoten in Einzahl in jeder Zelle direkt durch Kontraktion des Zellinhaltes; in jeder der kugeligen bis ellipsoidischen mit einer warzigen Membran versehenen Sporen sind 2—7 Chromatophoren vorhanden. Die Spore liegt in der tonnenförmig angeschwollenen Zellmitte, während die zylindrischen Zellenden von einer gallertigen Masse ausgefüllt werden. Bei der Keimung der Sporen teilt sich der Inhalt meist in 2 oder 3 Keim-

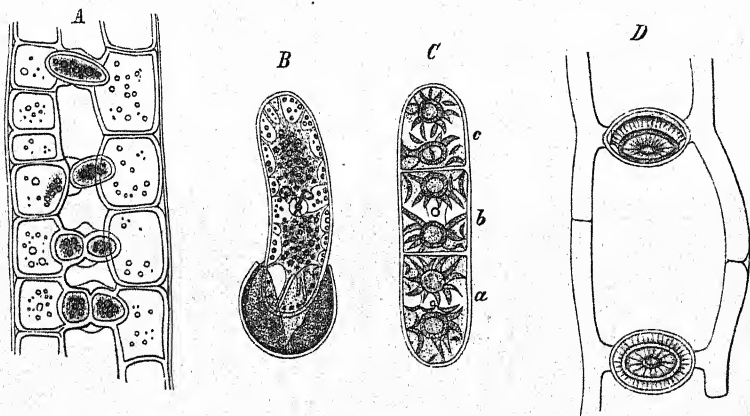


Fig. 278. A *Zygogonium didymum* Rab., Kopulationsstadien (390/1). — B, C *Zygnema leiospermum* de Bary, keimende Zygote. a Wurzelzelle, b, c Fadenzellen (390/1). — D *Debarya glyptosperma* (de Bary) Wittr., Zygoten (190/1). (Nach De Bary.)

linge, welche durch Sprengung der Sporenmembran frei werden und zu neuen Fäden direkt heranwachsen. Bisweilen entsteht nur eine Pflanze aus jeder Spore.

Nur 1 Art, *Z. reticulatum* Hallas in Dänemark gefunden.

Anm. Die Keimung der Sporen, bei der 2 oder 3, seltener 1 oder 4 Keimlinge gebildet werden, scheint vielleicht eine nähere Verwandtschaft mit den *Saccodermeae* anzudeuten, und *Hallasia* ist daher in dieser Hinsicht als ein Zwischenglied zwischen diesen beiden Conjugatengruppen anzusehen.

2. **Spirogyra** Link in Nees, Horae phys. berol. (1820) 5 (Fig. 277 A, B). (*Salmacis* Bory, Dictionn. classique d'hist. nat. [1827] XV, 75; *Choapsis* Gray; *Sirogonium* Kützing, Phycol. gener. [1843] 278; *Rhynchonema* Kützing, Species Algarum [1849] 443; *Euspirogyra* [Link] Hansgirg, Prodrum. I [1886] 157; *Conjugata* [Vauch.] Hansgirg, l. c. 157; *Temnogyra* Lewis, A new conjugate from Woods Hole in Americ. Journ. of Bot. Vol. XII [1925] 12). — Zellen zylindrisch, in der Regel 3—10mal länger, selten ebenso lang als breit; Querwände überall von gleichmäßiger Dicke oder mit einer Ringleiste — gefaltete Querwand — versehen. Ein oder mehrere ± steile, spiralbandförmige Chromatophoren, deren jeder mehrere Pyrenoide enthält; der Zellkern in der Mitte der Zelle aufgehängt. Kopulation findet zwischen 2 Fäden oder 2 Nachbarzellen eines und desselben Fadens statt. Zuweilen finden sich in einem Faden sowohl sterile wie fruktifikative Zellen. Die Zygote wird niemals im Kopulationskanal gebildet, ihre mittlere Membran ist farbig, glatt oder grubig, die äußere glatt oder grubig. Die beim Keimen der Zygote gebildete erste Zelle ist ± keulenförmig.

Ungefähr 122 Arten.

Sekt. I. *Euspirogyra* Hansg. in Prodrum. der Algenfl. v. Böhmen, 1886—88 157 et in Hedwigia 1888, H. 9—10. Alle Zellen sind gleich und kopulationsfähig. Bei einigen Arten sind die

Querwände eingefaltet, so z. B. bei *S. insignis* Kütz.; bei anderen einfach, so bei der verbreiteten *S. longata* Kütz. und *S. quinina* Kütz., deren Zellen nur ein Spiralband enthalten, bei *S. nitida* Link mit 3—5 breiten Spiralbändern.

Sekt. II. *Sirogonium* (Kützing, Phycol. gener. 1843, 278 — als Gattung) Wittr. in Hansg. l. c. 165 et Hedwigia, l. c., H. 9—10. Incl. *Temnogyra* Lewis. Nur eine bestimmte Zahl von Gliederzellen fruchten. Mit jeder Geschlechtszelle wird aus der Mutterzelle gleichzeitig eine größere oder kleinere sterile Zelle gebildet, die verhältnismäßig inhaltsarm ist. Kopulationskanal wohlentwickelt oder ± reduziert; z. B. *S. stictica* (Smith) Petit, *S. Collinsii* (Lewis).

3. **Pleurodiscus** Lagerheim in Vidensk. Selsk. Skrift. I (1895) Nr. 5, p. 7 (Fig. 279). — Fäden freischwimmend. Zellen dünnwandig mit 2 wandständigen Chromatophoren, welche rundliche, schwach konvexe, überall gleich dicke, exzentrisch liegende Scheiben bilden. Jeder Chromatophor besitzt 1 zentrales Pyrenoid. Zellsaft gewöhnlich purpurfarbig von Phykoporphyrin. Befruchtung und Zygoten unbekannt.

Nur 1 Art, *P. purpureus* (Wolle) Lagerh. (= *Zygnema purpureum* Wolle) in Nordamerika und Europa.

4. **Debarya** Wittrock in Bihang Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. I, Nr. 1 (1872) 35 (Fig. 278 D). (*Mougeotia* de Bary p. p., Über die Familie der Conjugaten [1858] 78, Tab. VII, Fig. 20—25; *Mougeotiopsis* Palla, Über eine neue Art und Gattung der Conjugaten in Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft, Bd. 12 [1894] 228). — Zellen zylindrisch und 5mal so

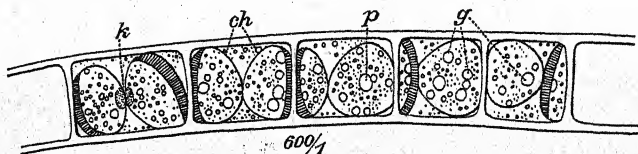


Fig. 279. *Pleurodiscus purpureus* (Wolle) Lagerh. Ein steriler Faden. *k* Zellkern, *ch* Chromatophor, *p* Pyrenoid, *g* Gerbstoffvakuolen. (Vergr. 600/1.) (Nach G. Lagerheim.)

lang als breit; Querwände überall von gleichmäßiger Dicke; Chromatophor von einer axilen Chlorophyllplatte gebildet, welche keine oder mehrere (?) Pyrenoide enthält. Kopulation zwischen 2 verschiedenen Fäden ohne deutlichen Geschlechtsunterschied. Die Zygote, welche im Kopulationskanal gebildet wird, hat innerhalb der sackförmig hervortretenden, glatten, äußeren Membran eine braungelbe mittlere Membran mit 3 parallel laufenden, durch feine radiale Querstreifen verbundenen Längsleisten.

12 Arten, *D. glyptosperma* (de By) Wittr. in Europa und Nordamerika; *D. calospora* (Palla) West in Europa; *D. africana* G. S. West in Afrika.

II. Zygonieae.

Zellen verhältnismäßig kurz, kürzer oder bis zu 2mal länger als breit; Querwände von gleichmäßiger Dicke, ohne Ringleiste; 2 axile, bisweilen ± zusammenfließende Chromatophoren mit Pyrenoid. Die kopulierenden Fäden ohne deutlichen Geschlechtsunterschied. Die kopulierenden Zellen sind Progametangien; die Gametangien entstehen in besonderen, im Kopulationskanal gebildeten Zellen und verschmelzen ohne Kontraktion. Ruheakineten bekannt.

5. **Zygonium** Kützing in Linnaea XVII (1843) 92 (Fig. 278 A). (*Leda* Bory). — Zellen zylindrisch, kürzer als breit oder auch bis zu 2mal so lang; Querwände überall von gleichmäßiger Dicke. 2 axile, unregelmäßige, zuweilen zu einem axilen Strang zusammenfließende Chromatophoren mit 1 Pyrenoid. Kein deutlicher Geschlechtsunterschied zwischen den kopulierenden Fäden. Die im Kopulationskanal gebildete Zygote mit glatter Membran; Keimung unbekannt.

6 Arten, z. B. *Z. ericetorum* Kütz. (= *Zygnema ericetorum* [Kütz.] Hansg.) und *Z. didymum* Rab., von welchen die erste wahrscheinlich in allen Weltteilen vorkommen dürfte. Sie ist eine Alge stark saurer Wasserstellen. Ihre Hauptentfaltung findet sie in den Torfschüsseln der Hochmoore, wo sie oft massenhaft vorkommt (»Meteorpapier«). In größeren Wasseransammlungen ist sie immer nur vereinzelt zu finden.

Die Gattung *Zygonium* wird vielfach in die Gattung *Zygnema* einbezogen.

6. *Pyxispora* W. et G. S. West in Journ. of Bot. XXXV (1897) 39 (Fig. 280 A). — Die vegetativen Zellen wie bei *Zygnema*. Kopulation leiterförmig (wie bei *Zygogonium*?). Die Zygote ist oval, füllt den Kopulationskanal aus und hat in der Querrichtung ringsum eine enge Membranspalte. Keimung unbekannt.

Nur 1 Art, *P. mirabilis* W. et G. S. West aus Südafrika.

III. Mesocarpeae.

Zellen verhältnismäßig dünn, mehrmals länger als breit mit linsenförmigen Querwänden. Chromatophor eine axile Platte mit 2 bis mehreren Pyrenoiden. Nur ein Teil des Inhaltes der konjugierenden Zellen geht in die Zygote über. Parthenosporen, Ruheakineten und Aplanosporen kommen vor.

7. *Mougeotia* Agardh, Syst. Alg. (1824) XXVI (Fig. 276 A). (*Serpentinaria* Gray, A natural Arrangem. of british Plantae (1821) 299; *Agardhia* Gray, l. c. 198; *Genuflexa* Link, Handbuch III [1833] 261; *Staurocarpus* Hassall, Brit. Freshwater Algae [1845] 177; *Sphaerocarpus* Hassall in Ann. and Nat. Hist. XI, 434; *Mesocarpus* Hassall, l. c. XV [1843] 185; *Staurospermum* Kützing in Linnaea XVII [1843] 92; *Craterospermum* A. Braun, Algar. unicellularium [1855] 60; *Pleurocarpus* A. Braun, l. c. 60; *Plagiospermum* Cleve,

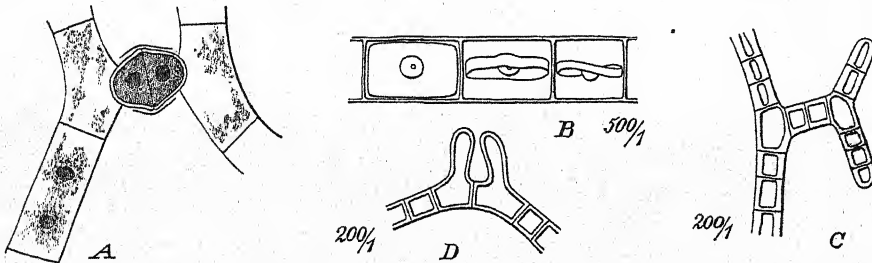


Fig. 280. A *Pyxispora mirabilis* W. et G. S. West (320/1). — B—D *Mesogerron fluitans* Brand. (A nach W. und G. S. West; B—D nach Brand.)

Svenska Zygnem. [1868] 35; *Sphaerospermum* Cleve, l. c. 35). — Zellen zylindrisch, mehrmals so lang als breit; Querwände linsenförmig; ein axiler, plattenförmiger Chromatophor mit 2 oder mehreren Pyrenoiden. Zygoten entstehen im Kopulationskanal, zuweilen noch einen Teil des einen oder beider Zellräume einnehmend, und werden durch 2, 3 oder 4 Querwände von den letzteren abgegrenzt. Die Zygote hat 2 Membranen, von denen die äußere farbig, glatt oder mit Skulptur versehen ist. Akineten fehlen oder entstehen ohne vorhergehende Zellenverlängerung oder Teilung des Chromatophors durch eine Dreiteilung der Mutterzellen; sie haben nur eine eigene Membran.

Ungefähr 45 Arten in allen Teilen der Welt.

Sekt. I. *M. mesocarpicae* Wittrock in Bihang till Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. 1, No. 1 (1872) 36. Zygote von 2 Zellen umgeben. Die gewöhnlichsten Arten sind *M. parvula* Hass. (= *Mesocarpus parvulus* de Bary) und *M. laetevirens* (A. Br.) Wittr. (= *Craterospermum laetevirens* A. Br.).

Sekt. II. *M. plagiospermicae* Wittrock, l. c. 39. Zygote von 3 Zellen umgeben. Nur 1 Art, *M. tenuis* (Clev.) Wittr. (= *Plagiospermum tenue* Clev.).

Sekt. III. *M. staurospermicae* Wittrock, l. c. 39. Zygote von 4, ausnahmsweise 2 oder 3 Zellen umgeben. Die gewöhnlichsten Arten sind *M. viridis* (Kütz.) Wittr. (= *Staurospermum viride* Kütz.) und *M. gracillima* (Hass.) Wittr. (= *Staurocarpus gracillimus* Hass.; bei *M. calcarea* (Clev.) Wittr. (= *Sphaerospermum calcareum* Clev.) (Fig. 276 A) sind die Zygoten von 2, 3 oder 4, meist jedoch von 3 Zellen umgeben.

8. *Temnogametum* W. et G. S. West in Journ. of Bot. XXXV (1897) 37 (Fig. 281). — Vegetative Zellen wie bei *Mougeotia*. Vor der Konjugation teilen sich die vegetativen Zellen in 2 ungleiche Zellen: eine längere, die steril bleibt, und eine kürzere, die ein Gametangium bildet. Die Kopulation ist leiterförmig, oder es findet *Rhynchonema*-Kopulation statt. Bei der Kopulation tritt keine Kontraktion der Gameten auf; die Zygote füllt deshalb die vereinigten Gametangien aus.

Nur 2 Arten, *T. heterosporum* W. et G. S. West aus Südafrika, *T. Uleanum* (Möb.) Wille (= *Mougeotia Uleana* Möb.) in Brasilien.

Anm. Die Gattung *Temnogametum* W. et G. S. West nimmt gewissermaßen eine ähnliche Stellung zur Gattung *Mougeotia* (Ag.) Wittr. ein wie *Sirogonium* Kütz. zu *Spirogyra* Link; sie darf deshalb nicht als besondere Ordnung oder Familie (*Temnogametaceae* W. et G. S. West) aufgestellt werden.

9. **Gonatonema** Wittrock in Sv. Vet. Akad. Handl. V (1878) 16 (Fig. 276 B, C). — Vegetative Zellen wie bei *Mougeotia*. Befruchtung nicht bekannt. Aplanosporen mit doppelter eigener Membran entstehen unter schwacher Kontraktion durch Abgrenzung mittels

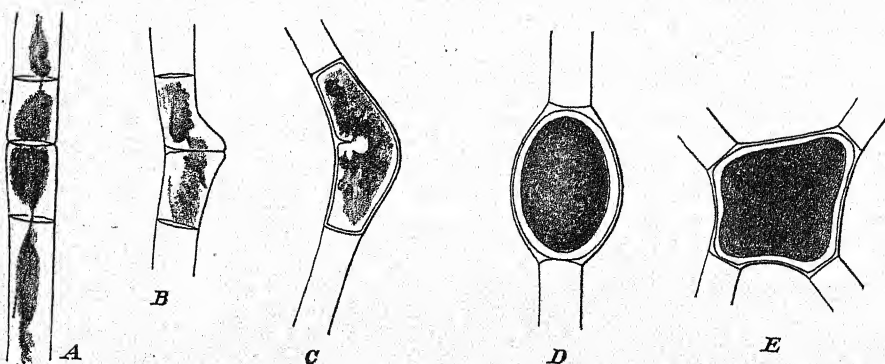


Fig. 281. *Temnogametum Uleanum* (Möb.) A—D Entwicklung der Zygote bei *Rhynchonema*-Kopulation. E Eine Zygote durch *Mougeotia*-Kopulation entstanden. (Nach Möbius.)

zweier Querwände, nach vorhergehender Verlängerung der Zelle und Teilung des Chromatophors.

8 Arten, *G. ventricosum* Wittr. in Europa und Nordamerika; *G. notabile* (Hass.) Wittr. (= *Mesocarpus notabilis* Hass.) nur in Europa.

Wenig bekannte Gattung.

1. **Mesogerron** Brand in Hedwigia 38 (1899) Beibl. p. 181 (Fig. 280 B—D). — Fäden angewachsen oft mit kurzen Verzweigungen. Chromatophor axil oder wandständig, rechteckig und plattenförmig mit eingebogenen Kanten; ohne Pyrenoide. Die Chromatophoren zeigen deutliche Lageveränderungen als Folge verschiedener Belichtung. Vermehrung durch Teilung. Befruchtung und Zygoten unbekannt.

Nur 1 Art, *M. fluitans* Brand im Süßwasser in Mitteleuropa und Norwegen (Gjeilo) gefunden.

Anm. Die Gattung hat eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit Zygnemaceen und wird deshalb von den meisten Verfassern dahin gestellt; doch halte ich es für nicht weniger wahrscheinlich, daß *Mesogerron* zu der Familie *Ulotrichaceae* gehören könnte. Solange aber die Reproduktion noch unbekannt ist, läßt sich die systematische Stellung dieser Alge nicht sicher feststellen, und ich habe sie daher hier bis auf weiteres stehen lassen.

Heterocontae

von

Henrik Printz.

Wichtigste Literatur: H. Itzigsohn, Über die Gattung *Psichohormidium* (Flora, Bd. 37, 1854). — A. Braun, *Algarum unicellularium genera nova et minus cognita*, Leipzig 1855. — Derbes et Solier, *Mémoires sur quelques Points de la Physiologie des Algues* (Suppl. aux Compt. Rend. I, 1856. — Rostafinski und Woronin, Über *Botrydium granulosum* (Bot. Ztg. 1877). — N. Wille, Om Hvileceller hos *Conferva* (L.) Wille (Öfvers. af Kgl. Vet. Ak. Förh. Nr. 8, 1881). — G. Klebs, Vgl. Unters. einiger Flagellatengruppen (Tüb. Unters. I, 1883). — N. Wille, Über die Ruhezellen von *Conferva* (Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. 1887). — G. Lagerheim, Zur Entwicklungsgeschichte einiger Conferven (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1887). — Ch. Gobi, *Pero-niella Hyalothecae*, eine neue Süßwasseralge (Script. Bot., Bd. I, 1887). — A. Borzi, *Chloro-thecium Pirottae* (Malpighia 1888); *Botrydiopsis*, nuove Genere di Alga verde (Boll. Ital. Microsc. 1889). — G. Lagerheim, Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora* (Flora, 1889). — A. Borzi, Alge, d'acqua dolce della Papuasiasia, raccolte su cranii umani dissepoliti (Nuova Notarisia, 1892). — R. France, Über einige niedere Algenformen (Österr. Bot. Zeitschr. 1893). — A. Borzi, Studi Algologici, Palermo, 1895. — R. Chodat, Sur la Structure et la Biologie de deux Algues pélagiques (Journ. de Botanique, 1896). — G. Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, Jena 1896). — K. Bohlin, Studier öfver några Släkten af Alggrupperna Confervales Borzi (Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. XXIII, 1897). — R. Chodat, Études de Biologie lacustre V (Bulet. Suisse, 1897). — W. et G. S. West, A Contribution to the Freshwater Algae of the South of England (Journ. Roy. Micr. Soc., 1897). — R. Chodat, On the Polymorphisme of the Green Algae and the Principles of their Evolution (Annals of Bot., Vol. XI, 1897). — K. Bohlin, Zur Morph. und Biol. einzelliger Algen (Öfversigt K. Vet. Akad. Förhandl. 1897, No. 9, Stockholm). — E. Lemmermann, Das Genus *Ophiocytium* (Hedwigia XXXVIII, 1899). — A. Luther, Über *Chlorosaccus*, eine neue Gattung der Süßwasseralgen, nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen (Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 24, Afd. III, 1899). — W. West, The Algal Flora of Cambridgeshire (Journ. of Bot., Bd. XXXVII, 1899). — W. Schmidle, Über Planktonalgen und Flagellaten aus dem Nyassasee (Engler's Botan. Jahrbücher, XXVII, 1899). — W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae II (Journ. of Bot. XXXVIII, 1900). — F. F. Blackman, The Primitive Algae and the Flagellata (Annals of Bot., Vol. XIV, 1900). — R. Chodat et D. Grintzesco, Sur les Methodes de Culture des Algues Vertes (Congrès internat. de Botanique à l'Exposition Universelle, 1900). — K. Bohlin, Utkast till de gröna Algernas och Arkegoniaternas Fylogeni, Upsala 1901; Étude sur la Flore algologique d'eau douce des Açores (Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. XXVII, 1901). — A. Scherffel, Kleiner Beitrag zur Phylogenie niederer Organismen (Bot. Zeitg. LIX, 1901). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse (Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse, Vol. I, Fasc. III, 1902). — F. F. Blackman and A. G. Tansley, A Revision of the Classification of the Green Algae (New Phytologist, I, 1902). — T. E. Hazen, The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the United States (Memoirs Torr. Bot. Club, XI, 2, 1902). — W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae III (Journ. of Bot. 1903). — E. Lemmermann, Beitr. zur Kenntnis der Planktonalgen XV. Das Phytoplankton einiger Plöner Seen (Forschungsber. aus der Biol. Stat. zu Plön, X, 1903). — W. et G. S. West, A Treatise on the British Freshwater Algae. Camb. Univ. Press. 1904. — W. Heering, Die Süßwasseralgenfl. Schleswig-Holsteins I, Heterokontae (Jahrb. d. Hamb. wiss. Anstalten, XXIII, 1905, Beiheft 3). — L. Errera, Glycogène et Paraglycogène chez les Végétaux, Bruxelles, Hayez 1905. — G. W. F. Carlson, Über *Botryodictyon elegans* und *Botryococcus Braunii* (Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman, Upsala 1906). — R. Gerneck, Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen (Beihefte z. Bot. Zentralbl., Bd. XXI, 1907). — R. Chodat, *Heterococcus* (Bull. de la Soc. Bot. de Genève, 1908); Étude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues, Genève, 1909. — N. L. Gardner, *Leuvenia*, a new Genus of Flagellates (Univ. of California Publications, Botany IV, 1910). — A. Pascher, Die Heterokontengattung *Pseudotetraëdron* (Hedwigia, Bd. LIII, 1912; Zur Gliederung der Heterokonten (Hedwigia, Bd. LIII, 1913). —

F. Cavers, Recent Work on Flagellata and Primitive Algae (New Phytologist, Vol. XII, 1913). — H. Printz, Kristianiatriaktens Protococcoideer (Videnskapsselskapets Skrifter I, Mat. Nat. Klasse, Nr. 6, 1913, Kristiania 1914). — A. Pascher, Über Flagellaten und Algen (Ber. der deutsch. Bot. Ges., XXXII, 1914). — E. Lemmermann, Algologische Beitr. XII. Die Gattung *Characiopsis* Borzi (Abh. Nat. Ver. Brem. XXIII, 1914). — A. Pascher, Über *Halosphaera* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXXIII, 1915). — H. Printz, Chlorophyceen aus dem südl. Sibirien und dem Urjankailande in Contrib. ad Floram Asiae inter. pertin. I (Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. 1915, Nr. 4). — G. S. West, Algae, Vol. I, Cambr. Univ. Press 1916. — A. Pascher, Von der grünen Planktonalge des Meeres *Meringosphaera* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXXV, 1917). — G. M. Smith, Phytoplankton of the inland Lakes of Wisconsin, Part I (Wisconsin Geological and Natural History Survey, Bull. No. 57, Scientific. Ser. No. 12, Madison, Wis. 1920). — A. Pascher, Über die Übereinstimmungen zwischen Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. XXXIX, 1921). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, Bd. I, Jena 1922. — W. B. Grow, Variation and Hybridization in *Isokontae* and *Akontae* in Relation to Classification (Journ. of Genetics, Vol. XIV, No. 1, 1924). — L. H. Tiffany, A Physiological Study of Growth and Reproduction among certain Green Algae (Ohio Journ. of Science, Vol. 34, No. 2, 1924). — A. Pascher, Heterokontae, in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11, 1925). — E. M. Poulton, Étude sur les Heterokontes (Bulet. de la Soc. Bot. de Genève, Vol. XVII, 2me Sér., 1925). — Jos. Schiller, Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres (Archiv für Protistenkunde, Bd. 53, 1926).

Vegetationsorgane. Ein- bis mehrzellige Algen von überaus verschiedenem Habitus, welche aber in morphologischer Hinsicht eine sekundäre, weitgehende Formkonvergenz mit den Euchlorophyceen zeigen. Die Chromatophoren sind scheibenförmig, meist in Mehrzahl in jeder Zelle vorhanden und zeigen eine sehr charakteristische gelbgrüne Farbe, die von einer stärkeren Beimengung von Xanthophyll und Karotin als bei gewöhnlichem Chlorophyll verursacht wird. Bei Zusatz starker HCl tritt eine charakteristische blaugrüne Farbe ein, während die übrigen Chlorophyceen diesen Umschlag nicht zeigen oder höchstens gelbgrün werden. Pyrenoid und Stärke fehlen, dagegen tritt als sekundäres Assimilationsprodukt fettes Öl auf. Leukosin ist nicht selten zu finden, bisweilen tritt auch Hämatochrom auf. Sonst aber scheinen die Heteroconten im inneren Bau der Zellen mit den Euchlorophyceen recht gut übereinzustimmen.

In jeder Zelle sind 1 oder mehrere Zellkerne vorhanden; der Kern ist aber meist schwer zu sehen und auch nicht leicht färbbar. Die Zellwand besteht vorzugsweise aus Pektinsubstanzen, niemals aus reiner Zellulose, und zeigt auch nicht Zellulosereaktion. Bei vielen Gattungen lassen sich eigentümliche Strukturverhältnisse in den Membranen nachweisen; sie können aus H-förmigen Stücken zusammengesetzt sein (*Tribonema*, *Bumilleria*) oder aus 2 gleichen oder ungleichen schachtelartig übereinandergreifenden Teilen bestehen. Gleich groß sind die Membranstücke bei *Centritractus*, *Pseudotetraëdron* u. a., ungleich groß, indem der eine Teil die Zelle fast deckelartig abschließt, bei *Ophiocytium*, *Characiopsis*, *Botrydiopsis* u. a. Die Membran zeigt bisweilen Kieseleinlagerungen. Durch Symbiose mit gallertbildenden Bakterien, die in ihren Schleimhüllen Kalk absetzen, können die Membranen vieler *Tribonema*-Arten durch solche Kalkablagerungen, die in verschiedener Weise erfolgen, klobig, unregelmäßig kantig, ringförmig usw. inkrustiert werden. Manchmal ist die Membran außerdem durch Eisenverbindungen bräunlich gefärbt (*Psichormium*-Stadien). Bei gewissen Heteroconten kann die Haut auch gelegentlich stark verschleimen, aber die Organe für diese Gallertbildung sind bisher nicht untersucht.

Vegetative und ungeschlechtliche Vermehrung. Durch Zellteilung und Zerfall der Kolonien bzw. Fäden kommt bei gewissen Gattungen unter bestimmten äußeren Bedingungen eine vegetative Vermehrung vor. Solche Vermehrungsakineten treten recht häufig bei *Bumilleria* und bei *Tribonema* auf, indem sich einzelne Zellen abrunden, wodurch sich der Zusammenhang der Zellen lockert, und durch Verschleimen der Membran zerfallen die Fäden in einzelne Stücke. Durch sekundäre Membranverdickung können sich solche einzelne Zellen oder Fadenstücke, welche 2—4 Zellen umfassen können, zu Ruheakineten direkt umwandeln (z. B. bei *Tribonema* u. a.); sie nehmen bisweilen eine sehr unregelmäßige Gestalt an und zeigen auch merkwürdige Kalkauflagerung.

Ungeschlechtliche Vermehrung geschieht vielfach durch ei-birnförmige, meist stark metabolische — sogar amöboide — Zoosporen, die mit 2 ungleich langen, dem schwach eingedrückten Vorderende etwas seitlich inserierten Geißeln versehen sind. Die längere Geißel (Hauptgeißel) ist nach vorwärts gerichtet, die kürzere (Nebengeißel) schräg

nach rückwärts, dem Zellkörper \pm dicht anliegend. Es ist mitunter an den Schwärmern nur eine Geißel angegeben, manchmal konnte aber später an diesen noch eine zweite, kürzere Geißel nachgewiesen werden, und es ist deshalb jedenfalls wahrscheinlich, daß die kleine Nebengeißel gewöhnlich vorhanden ist. Bei *Nephrochloris* hat jedoch Geitler, trotz sorgfältigen Untersuchungen, nur eine Geißel gefunden. Der Unterschied in der Länge der Geißeln ist oft recht bedeutend, die Nebengeißel hat bisweilen nur $\frac{1}{6}$ der Länge der Hauptgeißel. Beide sind sehr zart, und diesem Verhalten ist es wohl zuzuschreiben, daß die Nebengeißel häufig übersehen wurde. Über ihre Befestigung im Protoplasten ist nichts bekannt. Die Bewegung der Zoosporen erfolgt bei vielen Arten vorwärts und rückwärts gleich gut, bei gewissen Formen kommt scheinbar eine Bewegung mit dem Hinterende nach vorwärts sogar am häufigsten vor. Die Zoosporen besitzen gewöhnlich 2 Chromatophoren, die meist den Längsseiten parallel liegen; die Zoosporen von *Tribonema* und einigen anderen zeigen mehrere Chromatophoren, die über den ganzen Körper verteilt sind, nur das Vorderende freilassend. Kontraktile Vakuolen sind in der Einzahl oder Mehrzahl vorhanden. Ein punktförmiges, rotbraunes Stigma läßt sich auch häufig erkennen.

Bei vielen Formen entstehen statt beweglicher Zoosporen unbewegliche Aplanosporen und Autosporen; einige können gelegentlich Zoosporen oder Autosporen bilden (*Botrydiopsis*, *Ophiocytium*), bei anderen, wie *Monodus*, kommen nur Autosporen vor. Sie entstehen einzeln oder zu mehreren in jeder Mutterzelle.

Die Membran der Aplanosporen ist oft tiefbraun, bisweilen auch verkieselt, bei sämtlichen aber zweischalig, wobei die beiden Schaleteile entweder gleich groß sein können (*Pseudotetraëdron*, *Characiopsis*) oder ungleich (*Meringosphaera*, *Tribonema* u. a.); oft ist der Unterschied so groß, daß der kleinere Schaleteil wie ein Deckelchen die Sporen abschließt. Bei der Keimung der Sporen treten scheinbar quellbare Wandsubstanzen in Funktion, welche die Schaleteile auseinandertreiben. Aus dem Inhalt entstehen entweder 1 bis mehrere Zoosporen, oder es können unbewegliche Sporen gebildet werden.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Bei vielen Gattungen ist eine geschlechtliche Fortpflanzung angegeben, z. B. bei *Bumilleria*, *Characiopsis*, *Chlorothecium*, *Botrydiopsis*, *Mischococcus*, *Botrydium*. Es soll sich um Kopulation von Isogameten handeln, die wohl immer 2 ungleiche Geißeln besitzen. Bisweilen wird auch an den Gameten nur 1 Geißel angegeben, die kürzere ist wohl der Beobachtung entgangen. Diese Angaben sind indes sehr zweifelhaft und bedürfen näherer Bestätigung. Nur für *Tribonema* scheint die Kopulation durch Untersuchungen von Scherffel sichergestellt zu sein. Hier verschmelzen zwei Geschlechtszellen, von denen die ♀ unbeweglich geworden ist, miteinander und bilden eine kugelige, mit einer farblosen Haut und mehreren gelblichen, parietalen Chromatophoren versehene Zygote, die auch Leukosin und Öltröpfchen einschließen kann. Ihr weiteres Schicksal ist nicht bekannt. Soweit wir aus unseren jetzigen Kenntnissen schließen können, verbringen alle Heteroconten ihr ganzes vegetatives Leben in der haploiden Phase; aber in zytologischer Beziehung sind die Algen in ihrer Gesamtheit bisher sehr wenig erforscht.

Verbreitung. Die meisten Heteroconten sind Süßwasserbewohner, andere kommen auf feuchtem Boden vor (*Botrydium*, *Chlorocloster*, *Monodus*, *Pleurochloris* u. a.); nur wenige, wie *Halosphaera*, *Meringosphaera* und *Pelagocystis*, leben als Planktonten im Meere. Gewisse Gattungen sind sehr weit verbreitet; *Botryococcus*, *Stichogloea*, *Chlorobotrys*, *Tribonema* kommen kosmopolitisch vor, der erstgenannte tritt bisweilen in ungeheuren Mengen als Wasserblüte auf. Ihre ökologischen Forderungen sind sehr verschieden; gewisse Arten, wie *Ophiocytium* u. a., können bisweilen als reine Saprobionten in ausgesprochen O-armem Wasser vorkommen, andere gehören ganz bestimmten Algenassoziationen an, *Mischococcus* scheint streng an kalkhaltiges Wasser gebunden zu sein, aber die ökologischen Bedingungen der einzelnen Arten sind noch sehr wenig untersucht.

Verwandtschaftsverhältnisse. Wegen der weit ausgebildeten morphologischen Konvergenz und der Entwicklung von Parallelförmigkeiten wurden die hierhergehörigen Gattungen bis zur jüngsten Zeit unter die Euchlorophyceen an verschiedenen Stellen eingereiht, und es ist erst durch die optischen und chemischen Untersuchungsmethoden der neuesten Zeit gelungen, die wahren Verwandtschaftsverhältnisse aufzudecken; im einzelnen ist aber noch vieles im unklaren. A. Braun war der erste, der bereits im Jahre 1855 auf die Ähnlichkeit zwischen *Ophiocytium*, *Sciadium* und *Tribonema* aufmerksam machte; später hat Borzi,

1889, in erfolgreicher Weise einige hierhergehörige Gattungen behandelt, aber erst ungefähr beim Jahrhundertwechsel, durch Arbeiten der schwedischen Forscher Lagerheim, Bohlin und Luther, wurde unsere Kenntnis dieser Algen wesentlich vertieft. Luther stellte im Jahre 1899 die betreffenden Algen als eine besondere Gruppe, die Heteroconten, auf, und diese Auffassung hat in den letzten Jahren immer mehr Boden gewonnen. Auch durch spätere Arbeiten, die wir besonders Heering und Pascher verdanken, sind aus dem früheren Chaos eine Anzahl Formen herausgehoben worden, die wir jetzt in den Heteroconten zusammenfassen. Jetzt werden die Heteroconten als eine natürliche, aus den Flagellaten direkt herstammende Entwicklungsreihe von den meisten Algologen anerkannt. Wille hat aber nie die Berechtigung zur Aufstellung der Heteroconten anerkennen wollen und ist bis zu seinem Tode ein ausgesprochener Gegner dieser Gruppe geblieben.

Nach unseren heutigen Kenntnissen sind die Heteroconten gar nicht so reich gegliedert wie die Chlorophyceen, aber sicherlich sind noch immer Formen von Heteroconten unter den gewöhnlichen Grünalgen versteckt; manche als *Protococcales* beschriebene Algenformen gehören wohl hierher. Leider sind die meisten Heteroconten außerordentlich unvollständig bekannt und eine ganze Menge nur nach sehr unzureichender Beobachtung beschrieben; genauere zytologische Untersuchungen fehlen bei ihnen noch fast gänzlich. Infolgedessen ist auch ihre systematische Einteilung recht unbefriedigend — wohl mehr auf praktische als auf phylogenetische Prinzipien basiert — und deshalb als rein provisorisch zu betrachten.

In folgender Übersicht habe ich die bisher bekannten Heteroconten ad interim in 7 Familien eingeteilt: *Heterochloridaceae*, *Botryococcaceae*, *Chlorobotrydaceae*, *Chlorotheciaceae*, *Ophiocytaceae*, *Tribonemaceae* und *Botrydiaceae*.

(Bestimmungstabelle der Familien S. 23—25.)

Heterochloridaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: K. Bohlin, Zur Morph. und Biol. einzelliger Algen (*Öfversigt af K. Vetensk. Akad. Förhandl.*, Bd. 54, No. 9, Stockholm 1897). — H. Lohmann, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton (*Wissenschaftl. Meeresunters.*, N. F., Bd. 7, Abt. Kiel, 1903); Eier und sogenannte Cysten der Planktonexpedition (*Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung*, Bd. IV, Nr. 4, Kiel und Leipzig 1904). — J. F. Lewis, *Chlorochromonas minuta*, a new flagellate from Wisconsin (*Archiv für Protistenkunde*, Bd. 32, 1913). — A. Pascher, Über Flagellaten und Algen (*Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft*, Bd. 32, 1914); Heterokontae in *Die Süßwasserfl. Deutschl.* usw., H. 11, 1925. — L. Geitler, Beitr. zur Kenntnis der Flora ostholsteinischer Seen, A. Eine neue Heterochloridale (*Arch. f. Protistenkunde*, Bd. 52, 1925).

Merkmale. Zellen freischwimmend, einzeln lebend, metabolisch mit gelbgrünen, scheiben- oder schüsselförmigen Chromatophoren; Geißeln meist 2, sehr ungleich lang, in einer vorne gelegenen, etwas schiefen Ausrandung inseriert oder von kleinen Höckerchen ausgehend; bisweilen kommt nur 1 Geißel vor. Vermehrung durch Längsteilung entweder im beweglichen Zustand oder in *Palmella*-Stadien.

Vegetationsorgane. Die einzelnlebenden, freischwimmenden Zellen sind in der Form recht mannigfaltig; meist sind sie \pm kugelig-elliptisch-birnförmig oder abgeflacht bis linsenförmig zusammengedrückt, oft von leicht dorsiventraler, asymmetrischer Gestalt, vorne häufig etwas abgestutzt oder schwach ausgerandet. *Nephrochloris* (Fig. 283 C—H) hat eine sehr seichte Längsfurche, wodurch die Zellen im Querschnitt nierenförmig erscheinen. Meist sind die Zellen vollkommen nackt und metabolisch, bisweilen können wahre Pseudopodien entsandt werden. *Heterochloris* tritt hin und wieder in einer Rhizopodenform auf (Fig. 282 J). Bei *Chlorochromonas* wird der Periplast als sehr zart und dünn angegeben. Meist 2 Geißeln von sehr ungleicher Länge, in der vorderen Ausrandung der Zelle oder in apikalen Höckerchen inseriert; *Nephrochloris* ist durch den Besitz nur einer einzigen Geißel charakterisiert, weder im Dunkelfeld noch bei Jodbehandlung ließ sich eine zweite Geißel erkennen, und es liegt hier somit ein Fall vollkommener Reduktion der Nebengeißel vor.

Nahe der Basis der Geißeln kommt bei *Chloramoeba*, *Chlorochromonas* und *Nephrochloris* eine kontraktile Vakuole vor, *Phacomonas* hat deren zwei, und bei *Heterochloris*

kommt keine Vakuole zum Vorschein. Sämtliche hierzu gerechneten Formen scheinen eines Augenfleckes zu entbehren.

Bei *Nephrochloris* ist der Chromatophor parietal, die Zelle fast mantelförmig umgebend, nur selten sind zwei Chromatophoren (Teilungsstadien?). Die übrigen Gattungen haben konstant 2 bis mehrere Chromatophoren, bei *Phacomonas* liegt an jeder Breitseite ein großer scheiben- oder schüsselförmiger Chromatophor; sonst sind die Chromatophoren relativ klein. Die Farbe der Chromatophoren ist wie gewöhnlich bei den Heteroconten gelbgrün. Als Assimilate treten Fett, Öl und Leukosin auf. Auch Glykogen kommt vor. *Chloramoeba* ist auch in farblosem Zustand bekannt, und dieser läßt sich in den gefärbten zurückverwandeln, wenn geeignete Behandlung einsetzt.

Im Zellinnern kommen bisweilen öltartige Einschlüsse von problematischer Natur zum Vorschein.

Vermehrung und Ruhezustände. Die Vermehrung geschieht, soweit bekannt, durch Längsteilung, entweder im beweglichen Zustand oder auch in gallertumhüllten *Palmella*-Stadien. Cysten, mit zwei etwas ungleichen, verkieselten Schalen, sind nur bei *Heterochloris* beschrieben. Bei *Chloramoeba* entstehen ellipsoidische Dauerstadien einfach durch Erzeugung einer derben Membran unter Verlust der Geißeln und Speicherung von Öl. *Palmella*-Stadium kommt bei *Heterochloris* vor.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Irgendwelche Form von geschlechtlicher Fortpflanzung ist bisher gänzlich unbekannt.

Verbreitung. Unsere Kenntnis über die Verbreitung dieser Algen ist mehr als mangelhaft. *Chloramoeba heteromorpha* ist ein einziges Mal in alten Algenkulturen in Stockholm gefunden und bisher nicht im Freien beobachtet worden, *Chloramoeba marina* nur im Küstenwasser in der Adria, *Heterochloris* in einem Kulturglas mit verdünntem Triester Meereswasser, aber nicht im Freien, *Chlorochromonas* in ein paar Gefäßen mit Wasser aus dem See Mendota in Wisconsin, ist aber jedenfalls bisher in dem See selbst nicht beobachtet; *Phacomonas* wurde ursprünglich als Meeresplankton beschrieben, später auch in einem Teiche in Böhmen gefunden, es ist aber noch nicht ganz sichergestellt, ob die beiden Formen auch wirklich identisch sind. Endlich kommt *Nephrochloris* in der Gallerte einer planktonischen *Anabaena*-Art vor, und nur sehr wenige Individuen traten im Wasser freischwimmend auf. Die Vertreter dieser Familie sind somit meist nur durch ganz spärliches Material bekannt und daher erneuter Untersuchungen sehr bedürftig.

Die Ernährung ist sowohl autotroph wie heterotroph. *Chloramoeba* läßt sich sehr gut in Dunkelkulturen mit organischen Substanzen züchten und vermag sich hier auch zu vermehren; dadurch verliert sie allerdings ihre gelbgrüne Farbe und speichert Öl auf. Es ist aber noch nicht entschieden, ob dieser Verlust der Chromatophorenfarbe durch Apochromasie oder Apoplastidie verursacht wird. Auch *Nephrochloris* neigt zur heterotrophen Ernährung.

Verwandschaftsverhältnisse. Die Vertreter dieser Familie stellen die primitivsten Heteroconten dar, die den größten Teil ihres Lebens im beweglichen Flagellatenstadium verbringen und nur gelegentlich in das unbewegliche *Palmella*- oder Sporenstadium übergehen. Dadurch nehmen sie unter den Heteroconten eine ähnliche Stellung ein wie die *Volvocaceae* zwischen den *Euchlorophyceae*. Sie können von den Chrysomonaden, mit denen sie in vieler Hinsicht übereinstimmen, abgeleitet werden, und über *Leuvenia* geht voraussichtlich die phylogenetische Entwicklung zu den höheren Heteroconten über.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen sowohl mit Haupt- wie Nebengeißel.
 - a. Mehrere Chromatophoren, selten farblos, sehr metabolisch, eine kontraktile Vakuole
 - 1. *Chloramoeba*.
 - b. Zwei, meist seitlich stehende Chromatophoren.
 - a. Zellen vorne nicht oder nur wenig ausgerandet, Geißeln trotzdem etwas schief inseriert
 - I. Zellen eiförmig, sehr metabolisch, Chromatophoren relativ klein, keine kontraktile Vakuole 2. *Heterochloris*.
 - II. Zellen linsenförmig, seitlich zusammengedrückt, die beiden relativ großen Chromatophoren die Breitseiten auskleidend, 2 kontraktile Vakuolen . . . 3. *Phacomonas*.
 - β. Zellen vorne ausgerandet, Basalende bisweilen lang ausgezogen . . . 4. *Chlorochromonas*.
- B. Zellen nur mit einer Geißel und einer seitlichen Längsfurche 5. *Nephrochloris*.

1. **Chloramoeba** Bohlin in Öfversigt af Kgl. Vetensk. Akad. Förhandlingar, Bd. 54, No. 9 (1897) 513 (Fig. 282 A—C). — Zellen meist breit elliptisch, vorn etwas abgestutzt, vollkommen nackt und sehr metabolisch, bisweilen mit kurzen, breiten, seltener mit langen, schmalen Pseudopodien. Geißeln sehr ungleich, Hauptgeißel bis 7mal so lang als die Nebengeißel. Unter der Ansatzstelle der Geißeln befindet sich eine kontraktile Vakuole. Chromatophoren 2—6, linsenförmig; Augenfleck fehlt. In der Mitte der Zelle liegt ein Zellkern. Öltropfen und Glykogen, außerdem große Klumpen und kleine Kriställchen sowie in Vakuolen eingeschlossene Kristallansammlungen. Ellipsoidische Dauerstadien entstehen einfach durch Erzeugung einer derben Membran unter Verlust der Geißeln und Anhäufung von Öl. In Dunkelkulturen vermag *Chloramoeba* von organischen Substanzen zu leben und

vermehrt sich sehr gut (Dextrose, Lävuloselösung usw.), doch entfärben sich dadurch die Chromatophoren.

2 Arten, *C. heteromorpha* Bohlin nur einmal in alten Algenkulturen in Stockholm gefunden, bisher nicht im Freien beobachtet, und *C. marina* Schiller im Küstenwasser der Adria.

2. **Heterochloris** Pascher in Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, Bd. 32 (1914) 159 (Fig. 282 G bis J). — Nackte, sehr metabolische Zellen mit leicht dorsiventraler, asymmetrischer Gestalt infolge einer ganz leichten, seitlich vorn befindlichen Ausrandung. Chromatophoren zwei, relativ klein, gelbgrün, scheibenförmig, seiteständig, symmetrisch zur Geißelmedianen; oft ungleich. Als Assimilationsprodukt treten Fett und Öl auf, daneben auch glänzende Körperchen, wohl aus Leukosin bestehend. Vakuolen und Stigma

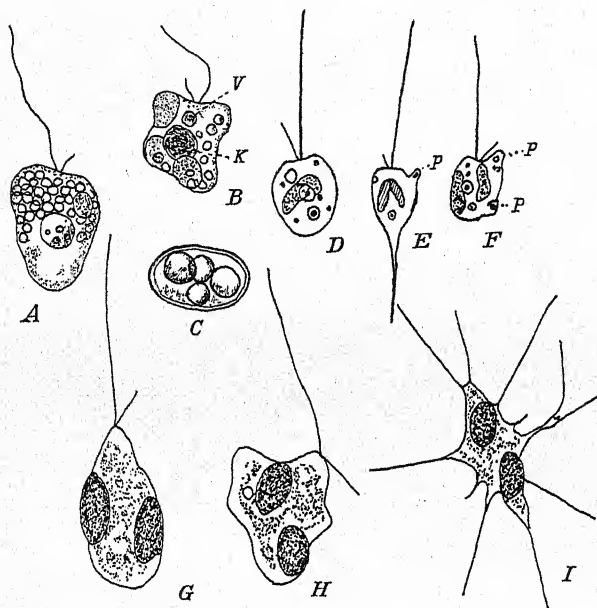


Fig. 282. A—C *Chloramoeba heteromorpha* Bohlin. A Chromatophorenführendes Exemplar; B Chromatophorenfreies Individuum; C Cyste. — D—F *Chlorochromonas minuta* Lewis. D Kontrahiertes Individuum; E mit langausgezogenem Basalende; F mit Pseudopodien. — G—I *Heterochloris mutabilis* Pascher. G Monadoider Zustand; H Übergang in das rhizopodiale Stadium; I ein völlig rhizopodiales Stadium. (A—C nach Bohlin; D—F nach Lewis; G—I nach Pascher.)

fehlen. Übergang ins rhizopodiale Stadium sehr häufig. Zellen oft völlig rhizopodial werdend, wobei die Geißeln verlorengehen. Hauptgeißel ungefähr körperlang, Nebengeißel meist viel kürzer. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande. Palmellen kommen vor. Verkieselte Cysten mit zwei etwas ungleichen Schalen.

Nur eine Art, *H. mutabilis* Pascher, in einem Kulturglas mit sehr verdünntem Triestiner Meerwasser gefunden.

Nach dem Autor ist dieser Organismus vielleicht mehr ein Brackwasserbewohner, welcher in den wechselnd süßen und salzigen Tümpeln und Wassern der Meeresküsten vorkommt.

3. **Phacomonas** Lohmann in Wiss. Meeresunters., N. F., Bd. 7, Abt. Kiel (1903) 66, Taf. I, Fig. 10, 11 (Fig. 283 A, B). — Zellen linsenförmig, seitlich zusammengedrückt, mit kreisrunder Breitseite und elliptischer Schmalseite, vorn zwei ungleiche Geißeln, die ziemlich weit voneinander abstehen und in der Mediane auf kleinen Höckerchen eingefügt sind, die längere mehr apikal, mehr seitlich die kürzere. Basal ihnen gegenüber ein glänzendes in seiner Bedeutung und Beschaffenheit noch ungeklärtes Körperchen. An der Vorderkante zwei in ihrer Lage nicht völlig konstante pulsierende Vakuolen. An jeder Breitseite angelagert ein großer, scheiben- oder schüsselförmiger, gelbgrüner Chromatophor. Vermehrung, Cysten usw. unbekannt.

Einzige Art, *P. pelagica* Lohmann, ursprünglich als Meeresplankton beschrieben, später von Pascher im Plankton eines Teiches in Böhmen gefunden. Identität der beiden Formen jedoch nur wahrscheinlich.

4. **Chlorochromonas** Lewis in Archiv f. Protistenkunde, Bd. 32 (1913) 254 (Fig. 282 D—F). — Zellen kugelig bis birnförmig, vorne mit einer schiefen Ausrandung, gelegentlich metabolisch, meist einzeln freischwimmend, bisweilen mit dem stark amöboiden und langen, pseudopodiumähnlichen Hinterende befestigt. Periplast sehr zart und dünn. Geißeln 2, Hauptgeißel von doppelter Körperlänge, Nebengeißel kaum ein Drittel der Körperlänge. Chromatophoren zwei, gelbgrün, plattenförmig, oft sehr ungleich. Eine einzige kontraktile Vakuole vorn, ein Zellkern, aber kein Augenfleck. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande. Cysten unbekannt.

Nur 1 Art, *C. minuta* Lewis, bisher nur im Wasser aus dem See Mendota in Wisconsin gefunden.

5. **Nephrochloris** Geitler et Gimesi, Beitr. z. Kenntn. d. Flora ostholst. Seen in Archiv f. Protistenkunde, Bd. 52 (1925) 604 (Fig. 283 C—H). — Zellen recht mannigfaltig in

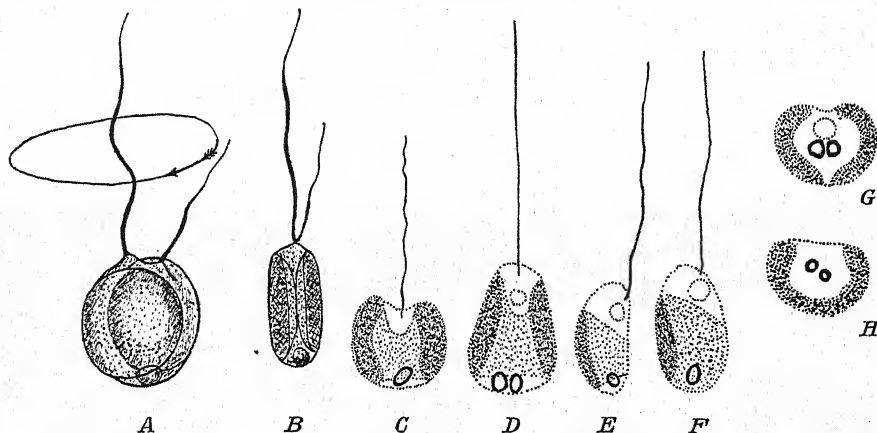


Fig. 283. A, B *Phacomonas pelagica* Lohmann. A Von der Breitseite, B von der Schmalseite; nach einem marinen Exemplar. — C—H *Nephrochloris incerta* Geitler. C, D Von der breiten, E, F von der schmalen Seite gesehen; G, H Querschnitte, G Individuum mit 2 Chromatophoren. (A, B nach Lohmann; C—H nach Geitler, ca. 3000/1.)

der Form, meist breit ellipsoidisch, leicht abgeflacht, mit einer sehr seichten Längsfurche und daher im Querschnitt nierenförmig, vorn \pm deutlich abgeflacht, nackt und metabolisch. Etwas seitlich inseriert eine einzige, ziemlich dicke Geißel von etwa doppelter Körperlänge, an ihrer Basis eine kontraktile Vakuole. 1 (bisweilen 2?) parietaler, die Zelle fast mantelförmig umgebender Chromatophor von lebhaft gelbgrüner Farbe. Im Hinterende ein oder zwei stark glänzende, ölartige Tropfen. Vermehrung durch Längsteilung. Cysten unbekannt.

Nur eine Art, *N. incerta* Geitler et Gimesi, bisher nur in der Gallerte einer *Anabaena*-Art im Plankton des Waterneversdorfer Binnensees gefunden, nur sehr selten im Wasser freischwimmend.

Botryococcaceae.

Mit 6 Figuren.

Wichtigste Literatur: C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — F. T. Kützinger, Species Algarum, Lips. 1849. — G. Klebs, Vgl. Unters. einiger Flagellatengruppen (Tüb., Unters. 1883, 1, 339). — A. Borzi, Studi Algologici II, Palermo 1895. — R. Chodat, Sur la Struct. et Biol. deux Algues pelag. (Journ. de Botanique, T. X, Paris 1895); Etudes de Biol. lacustr. A (Bull. l'Herb. Boissier, T. V, Genève 1897). — W. Schmidle, Über Planktonalgen u. Flagellaten aus d. Nyassa-See (Engler's Bot. Jahrb., Bd. XXVII, Leipz. 1899). — A. Luther, Über *Chlorosaccus* (Bih. t. k. sv. Vet. Akad. Handlingar, Bd. 24, Afd. III, No. 13, Stockh. 1899). — E. Wildeman, Note prélim. s. Algues rapp. par M. E. Racovitza (Ac. Roy. de Belgique, Bull. d.

1. Classe d. sc. Bruxelles 1900). — R. Chodat, Algues vertes de la Suisse, Berne 1902. — W. Schmiedle, Not. zu einigen Süßwasseralgen (Hedwigia, Bd. 41, Dresden 1902). — W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae III (Journ. of Botany, Vol. 41, London 1903). — W. Schmiedle, Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen (Bericht. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXI, Berlin 1903). — E. Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen XV (Forschungsber. d. biol. Station Plön, Bd. X, Stuttg. 1903). — H. Lohmann, Neue Untersuchungen über d. Reichtum des Meeres an Plankton (Wiss. Meeresuntersuch., N. F., B. 7, Abt. Kiel, 1903; Eier u. sog. Cysten d. Planktonexp. (Ergebn. d. Planktonexp. d. Humboldtstift. Bd. IV, No. 4, Kiel u. Leipzig 1904). — G. Murray, On a new Genus of Algae, *Clementsia Markhamiana* (Geogr. Journ., 1905). — W. et G. S. West, A furth. Contrib. to Freshw. Plankt. of Scot. Lochs (Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. 41, Edinburgh 1905); Comp. Study of Plankton of some Irish Lakes (Transact. of Roy. Irish Acad., Vol. 23, Sect. B, Part. II, Dublin 1906). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins I (Jahrb. Hamburg. wiss. Anstalten XXIII, Beih. 3, Hamburg 1906). — G. W. F. Carlson, Über *Botryodictyon elegans* Lemmerm. und *Botryococcus Braunii* Kütz. (Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman, Upsala 1906). — G. S. West, Report on Freshw. Algae, incl. Phytoplankt. of third Tanganyika Expedition (Journ. of Linn. Society. Botany, Vol. 38, London 1907). — N. L. Gardner, *Leuvenia*, a new Genus of Flagellates (University of California Publications in Botany, 1910). — R. Chodat, Monographies d'Algues en culture pure (Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse, Vol. IV, Berne 1913). — A. Pascher, Zur Gliederung der Heterokonten (Hedwigia, Bd. 53, 1912); Über Flagellaten und Algen (Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — R. Chodat, Matériaux pour l'Histoire des Algues de la Suisse (Bull. de la Soc. Bot. de Genève, 1922). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Jena 1922—23). — A. Pascher, Heterokontae in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11, 1925.

Merkmale. Die Zellen sind beweglich oder unbeweglich, in bestimmt geformte oder formlose Gallertmassen eingelagert; sie teilen sich vegetativ. Chromatophore 1 bis mehrere, plattenförmig, gelbgrün oder bräunlich gefärbt. Die Schwärmzellen mit 1 oder 2 sehr ungleich langen Geißeln. *Palmella*-Stadium und Ruhestadium nachgewiesen.

Vegetationsorgane. Als den niedersten Typus betrachte ich *Leuvenia* (Fig. 284), die bis zu gewissem Grade ein Seitenstück zu den freilebenden Volvocaceen darstellt. Die schwärmenden Zellen — Zoosporen — haben zwei ungleich lange Geißeln, zwei Chromatophoren, keinen Augenfleck und sind stark metabolisch. Später kommen sie zur Ruhe und wachsen zu großen Kugeln mit vielen Chromatophoren und Kernen heran; diese kugeligen Zellen können durch Gallerte zu größeren, oft verzweigten palmelloiden Stadien vereinigt werden. Die übrigen Gattungen dieser Familie verzichten während der Hauptzeit ihres Lebens auf Beweglichkeit und bilden größere oder kleinere, bestimmt geformte oder formlose, freischwimmende oder festsitzende Kolonien. Bei *Chlorosaccus* (Fig. 285 A—C) sind die Schleimhüllen kurz-kegelförmig, festsitzend, bei *Racovitziella* (Fig. 285 D, E) und *Askensyella* (Fig. 287) sind sie ursprünglich befestigt, können sich aber von der Unterlage ablösen, und die Kolonien treiben dann als Plankton im Wasser herum. Die freischwimmenden Kolonien von *Pelagocystis* bestehen aus kugeligen oder elliptischen Zellen, die von *Gloeocystis*-ähnlichen Gallertmassen umgeben sind. *Stichogloea* (Fig. 288) und *Botryococcus* (Fig. 289) bilden immer ± kugelige Massen, die als Plankton umhertreiben können; bei *Stichogloea* ist die Hülle ganz gallertig, bei *Botryococcus* dagegen fest, und die Zellen sind hohlkugelig geordnet. Die vegetativen Teilungen finden in 1 oder 2 (3?) Richtungen des Raumes statt, und die Tochterzellen werden dann bei den meisten Gattungen durch Gallertbildung auseinandergeschoben. Die Gallerthüllen sind meistens farblos, bei *Botryococcus* aber beinahe immer bräunlich gefärbt.

Die Zellen sind rundlich, oval oder birnförmig mit 1 Zellkern und 1—2 gelblich-grünen oder bräunlichen, oft gebogenen Chlorophyllplatten. Pyrenoide kommen wahrscheinlich nicht vor. Assimilationsprodukt ist Öl.

Vegetative Vermehrung. Die Bildung neuer Kolonien kann durch Teilung oder Zerschlitzung der Mutterkolonien stattfinden, wenn diese durch Teilungen über eine gewisse Größe herangewachsen sind. Bei den meisten Gattungen sind auch Zoosporen bekannt; diese haben entweder 1 Geißel oder 2 sehr ungleich lange Geißeln.

Geschlechtliche Fortpflanzung. Für *Botryococcus terricola* Klebs werden Gameten angegeben, welche aus kleineren roten Zellen hervorgehen sollen. Die Sache bedarf näherer Bestätigung.

Geographische Verbreitung. *Pelagocystis* ausgenommen, welche als Planktonalge in dem wärmeren Teil des atlantischen Ozeans vorkommt, sind diese Algen nur Süßwasser-

oder Brackwasserbewohner. Die freischwimmenden Gattungen *Stichogloea* und *Botryococcus* treten als Plankton im Süßwasser oft in ungeheuren Massen auf und sind vielleicht in allen nördlichen, temperierten Gegenden verbreitet, *Botryococcus* sogar im Innern von Afrika und vielleicht in allen Weltteilen. *Racovitzella antarctica* ist bisher nur auf dem Meeresise in den antarktischen Gegenden beobachtet worden.

Verwandtschaftsverhältnisse. Es ist anzunehmen, daß die Gattungen dieser Familie nahe verwandt sind. *Racovitzella* und *Askenasyella*, wenn die letztere vegetative Teil-

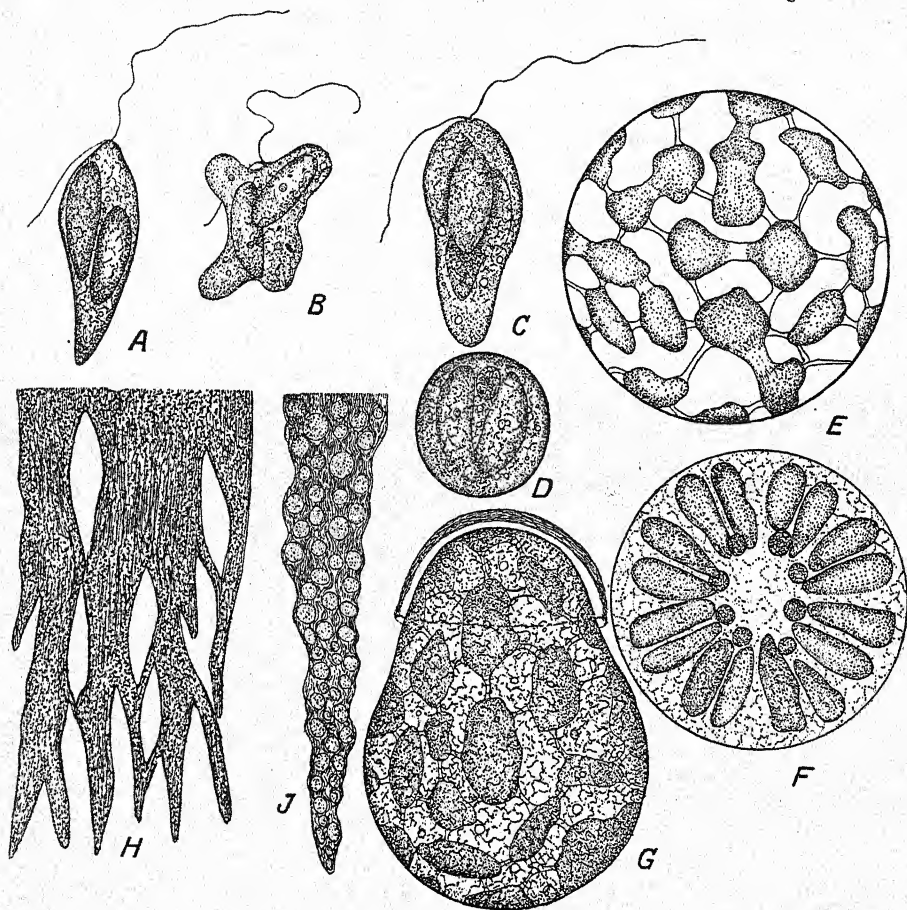


Fig. 284. *Leuwenia natans* Gardner. A Zoospore mit 2 Chromatophoren; B eine amöboide Zoospore; C Zoospore mit 4 Chromatophoren; D zur Ruhe gekommene Zoospore; E freilebende vegetative Pflanze mit mehreren Chromatophoren, welche durch Plasmafäden verbunden sind; F optischer Durchschnitt einer Zelle mit paarweise angeordneten Chromatophoren, hinter denselben Zellkerne; G Zelle, eben aus der Cyste entküpft, die eine Cystenhälfte noch sichtbar; H Teil eines palmelloiden Stadiums; J dasselbe vergrößert, so daß die einzelnen kugeligen Zellen sichtbar sind. (Nach N. L. Gardner.)

lungen hat, schließen sich auch eng an *Chlorosaccus*. *Stichogloea* und *Botryococcus* sind nahe verwandte Gattungen, die sich von *Racovitzella* ableiten lassen, indem sie sich mehr dem Planktonleben angepaßt haben.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Familie in den flagellatenähnlichen Typen der *Heterochloridaceae* ihren Ursprung hat, und daß die niedersten Gattungen wie *Leuwenia* und *Chlorosaccus* als intermediäre Formen dieser Entwicklungsreihe anzusehen sind; in der letzterwähnten Gattung ist die dominierende Phase des Lebens unbeweglich geworden.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen während der Hauptzeit ihres Lebens beweglich 1. *Leuvenia*.
 B. Zellen während der Hauptzeit ihres Lebens unbeweglich.
 a. Zellen kugelig oder nur schwach oval.
 α. Zellen in kegelförmigen, befestigten Gallertmassen 2. *Chlorosaccus*.
 β. Zellen in unregelmäßigen, zuletzt freischwimmenden Gallertmassen.
 I. Die Kolonien kommen in Süßwasser und in Schmelzwassertümpeln vor
 3. *Racovitzella*.
 II. Die Kolonien kommen als Meeresplankton vor 4. *Pelagocystis*.
 b. Zellen ausgeprägt oval oder birnförmig.
 α. Kolonien anfangs festsitzend 5. *Askenasyella*.
 β. Kolonien immer freischwimmend.
 I. Kolonien gallertig, Zellen durch Gallertstiele verbunden 6. *Stichogloea*.
 II. Kolonien hohlkugelig mit festen Wänden, ohne Gallertstiele . . . 7. *Botryococcus*.

1. *Leuvenia* Gardner in Univ. Calif. Publ. Bot., Vol. IV (1910) 97 (Fig. 284). (*Osterhoutia* Gardner, New Chlorophyceae from California in Univers. of California Publications,

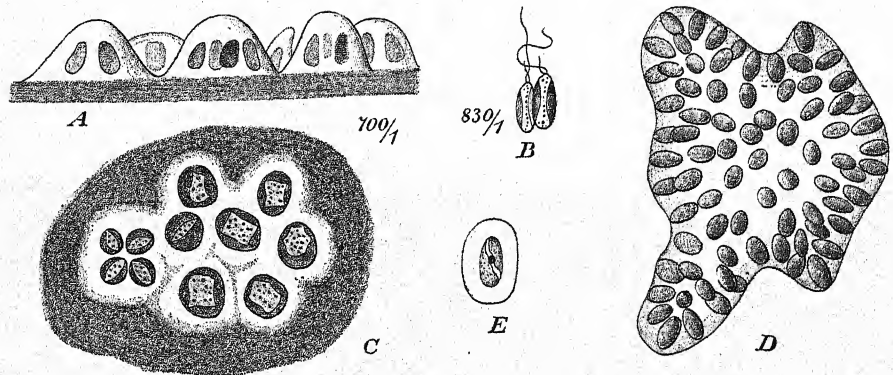


Fig. 285. A—C *Chlorosaccus fluidus* Luther. A junge Gallerthüllen in Profilsicht, gefärbt; B Gruppe von 2 Zoosporen gerade vor dem Ausschlüpfen; C keimende Zoosporen in Tuschelösung, um die Gallerthülle zu zeigen. — D, E *Racovitzella fuscescens* (A. Br.) Wille; D eine kleine Pflanze; E eine mit Hämatocrylin gefärbte Zelle. (A—C nach A. Luther; A, C 700/1, B 830/1; D, E nach W. Schmidle.)

Botany, Vol. III [1909] No. 7). — Die freischwimmenden Zoosporen sind birnförmig mit 1 Zellkern, 2 ovalen, leicht gekrümmten, dunkelgrünen Chromatophoren, 2 kontraktile Vakuolen und 2 ungleich langen Geißeln, von welchen die längere nach vorwärts, die kürzere nach rückwärts zeigt. Pyrenoid und Stigma fehlen. Die Zoosporen kommen auf der Wasseroberfläche bald zur Ruhe; sie werden zuerst amöboid mit 2 kontraktile Vakuolen, die übrigens bald zu pulsieren aufhören, und wachsen zu einer großen, kugeligen Zelle heran, welche sich mit einer zweischaligen, derben Membran umgibt und in der sich der Zellkern und die Chromatophoren durch Teilung vermehren. Diese Zellen können bisweilen Gallerte ausscheiden und zu größeren, *Palmella*-artigen, unregelmäßig verzweigten und zerfaserten Lagern vereinigt werden. Zoosporen entstehen durch Teilung der freien Kugeln oder der *Palmella*-Stadien. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *L. natans* Gardner (= *Osterhoutia natans* Gardner), fließend in Süßwasser in Kalifornien. — Recht wenig bekannt, bedarf genauerer Prüfung.

2. *Chlorosaccus* Luther in Bih. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 24, III, No. 13, (1899) 13 (Fig. 285 A—C). — Die ovalen oder birnförmigen Zellen liegen, mit dem spitzen Ende nach außen gekehrt, peripherisch angeordnet in kugel- oder kegelförmigen, gallertigen, festsitzenden, fast hautartigen Kolonien, welche im Innern aus einer farblosen Flüssigkeit bestehen. Teilungen kreuzweise, senkrecht zur Oberfläche, so daß die jungen Zellen noch in Gruppen von je vier beisammen liegen. In jeder Zelle sind 2 bis mehrere, parietale, gelbbraune Chromatophoren ohne Pyrenoid und ohne Stärke. Die Zoosporen entstehen direkt aus den vegetativen Zellen, sind monosymmetrisch mit 2 ungleich langen

Geißeln und keimen sofort. Durch Vergrößerung der vegetativen Zellen entstehen Akineten mit vielen Chromatophoren. Gameten und geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *Ch. fluidus* Luther, im Süßwasser in Europa.

3. **Racovitzia** de Wildeman in Bull. Acad. Roy. Belgique (1900) (Fig. 285 D, E). (Inkl. *Tetrasporopsis* Lemm. u. Schmidle, Notizen zu einig. Süßwasseralgen in Hedwigia, Bd. 41 [1902] H. 4, 158; *Dictyosphaeriopsis* Schmidle, Bemerk. zu einig. Süßwasseralgen in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XXI [1903] 354, Taf. XVIII, 18, 19). — Zellen kugelig oder oval, zerstreut oder 2—4—mehrere genähert, peripherisch angeordnet in makro- oder mikroskopischen, kugeligen oder unregelmäßigen, bisweilen zuletzt zerschlitzten, freischwimmenden oder festsitzenden, gallertigen Kolonien. Gallerte strukturlos; möglicherweise ist die ganze Kolonie hohl. Jede Zelle hat 1—2 scheibenförmige, parietale, gelbliche oder grüne Chromatophoren ohne Pyrenoide. Vegetative Teilung in 2(?) Richtungen des Raumes. Zoosporen wahrscheinlich vorhanden, andere Vermehrungs- und Fortpflanzungsformen unbekannt.

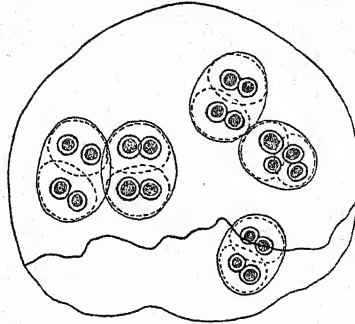


Fig. 286. *Pelagocystis oceanica* Lohm., eine mehrzellige Kolonie. (Nach Lohmann).

3 Arten, *R. antarctica* de Wild. im Brackwasser auf der Oberfläche des Eises in den antarktischen Ländern; *R. fuscescens* (A. Br.) (= *Tetrasporopsis fuscescens* [A. Br.] Lemm., *Tetraspora fuscescens* A. Br.) und *R. palatina* (Schmidle) (= *Dictyosphaeriopsis palatina* Schmidle) im Süßwasser in Europa.

4. **Pelagocystis** Lohmann in Ergebn. der Planktonexped. der Humboldtstiftung, Bd. IV, No. 4 (Kiel u. Leipzig 1904) (Fig. 286). (Inkl. *Clementia* Murray, On a new Genus of Alga *Clementia Markhamiana* in Geograph. Journ., Vol. 25 [1905]). — Kugelige oder ellipsoidische, wasserhelle Gallertmassen, in welche 1 bis zahlreiche Paare kugelliger Zellen, von ± deutlicher, wiederholter Gallertschichtung umgeben, eingebettet sind. Die Zellen

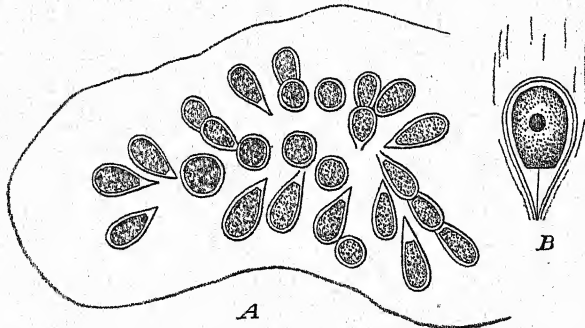


Fig. 287. *Askenasyella chlamydopus* Schmidle. A Teil eines zerdrückten Lagers; B eine Zelle mit dem Kern. (Nach W. Schmidle.)

sind kugelig oder elliptisch, haben einen glockenförmigen Chromatophor ohne Pyrenoid mit Öl als Assimilationsprodukt und einen zentralen Zellkern. Vermehrung durch Teilung in 3 Richtungen des Raumes.

Nur 1 sehr unvollständig bekannte Art, *P. oceanica* Lohm. (= *Clementia Markhamiana* Murr.) als Planktonalge in dem wärmeren Teil des Atlantischen Ozeans.

5. **Askenasyella** Schmidle in Hedwigia, Bd. 41 (1902) 154 (Fig. 287 A, B). (Inkl. *Actinobotrys* W. et G. S. West, A furth. Contrib. Freshw. Pl. Scot. Lochs in Transact. R. Soc. Edinburgh, Vol. 41 [1905] 508). — Zellen oval oder birnförmig, sternförmig, mit den breit abgerundeten Enden peripher nach außen gerichtet und zu kleinen, gelatinösen, an Blättern haftenden oder freischwimmenden Polsterchen vereinigt. Der Chromatophor ist

glockenförmig, ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt ist Öl. Zellkern zentral. Vegetative Teilungen in 1—2 Richtungen des Raumes? Zoosporangien rundlich mit 4—8—16 Zoosporen, welche 1 (?) Geißel besitzen und durch ein seitliches Loch entschlüpfen. Geschlechtliche Fortpflanzung und Ruhestadien unbekannt.

Nur 2 Arten, *A. chlamydopus* Schmidle und *A. conferta* W. et G. S. West; beide Arten im europäischen Süßwasserplankton.

6. **Stichogloea** Chodat in Bull. Herb. Boiss., Vol. V (1897) 303 (Fig. 288 A—F). (Inkl. *Oodesmus* Schmidle, Notizen zu einig. Süßwasseralgen in Hedwigia, Bd. 41 [1902] 162; *Actinobotrys* W. et G. S. West, A further Contrib. Freshw. Plankton of Scottish Lochs in Transact. R. Soc. Edinburg, XLI [1905] 508; *Askenasyella* W. et G. S. West p. p., Comp. Study of the Plankton of some Irish Lakes in Transact. R. Irish Academy, Vol. XXXIII, sect. B, Part 2 [1906] 108). — Mikroskopische freischwimmende Kolonien von einer kugligen, ovalen oder unregelmäßigen, weichen, strukturlosen Gallertmasse umgeben. Die ovalen Zellen sind durch undeutliche Gallertstiele verbunden, teilen sich kreuzweise und nehmen oft eine bipolare Anordnung in der Gallerthülle ein, mit 2—4 oder 8 meistens radial gestellten Zellen an jedem Ende der Gallerthülle. Der gelbbraune Chromatophor bildet eine

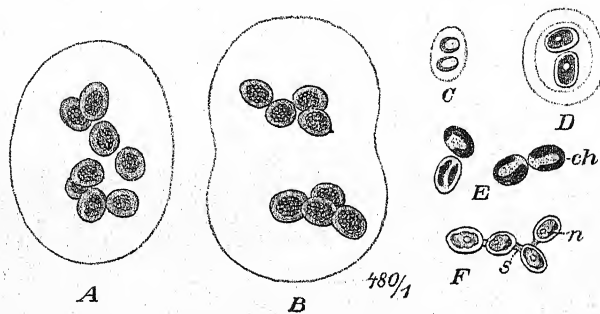


Fig. 288. *Stichogloea olivacea* Chod. A eine junge Kolonie; B eine Kolonie in der Teilung; C Bildung von Schwärmzellen; D keimende Schwärmzellen; E Zellen, die den Chromatophor zeigen; F fixierte und gefärbte Zellen, die die Zellkerne und die die Zellen verbindenden Gallertfäden zeigen. (Original, 480/1.)

einseitige oder 2 parietale Platten ohne Pyrenoid. Assimilationsprodukt ist Öl, Stärke fehlt. In der Mitte der Zelle 1 Zellkern. Die Kolonien vermehren sich durch Einschnürung der Gallerthülle, wodurch Tochterkolonien gebildet werden; Schwärmzellen (Gameten?) entstehen durch wiederholte Teilung der Zellen (haben vielleicht nur 1 Geißel?).

3 Arten als Süßwasserplankton in Europa, *St. olivacea* Chod., *St. lacustris* Chod. und *St. Doederleinii* (Schmidle) Wille (= *Oodesmus Doederleinii* Schmidle).

Die systematische Stellung dieser Gattung ist unsicher; vielleicht gehört sie zu den *Chryso-sphaerales*.

7. **Botryococcus** Kützing, Spec. Alg. (1849) 892 (Fig. 289). (Inkl. *Botryomonas* Schmidle, Über Planktonalgen und Flagellaten aus d. Nyassa-See in Engler's Bot. Jahrb. Bd. XXVII [1899] 232; *Botryodictyon* Lemmermann, Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalgen XV in Forschungsber. d. Biol. St. zu Plön, Bd. X [1903] 156; *Ineffigiata* W. et G. S. West, Notes on Freshwater Algae III in Journ. of Bot., Vol. 41 [1903] 15, Pl. 447, 1—6; *Botryosphaera* Chodat, Matér. pour l'Hist. des Algues de la Suisse in Bull. Soc. Bot. de Genève [1922] 28; *Thallosesmium* Turner, Freshwater Algae of East India in Kgl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 2, No. 5 [1892] 159, T. XX, Fig. 31). — Die kugligen oder ei-keilförmigen, an den Enden nicht eingebuchteten, peripher und radiär angeordneten Zellen sind von einer Schleimmasse umgeben und zu traubenförmigen Haufen vereinigt, welche frei im Wasser schwimmen oder polsterförmig auf feuchter Erde ausgebreitet sein können. In den einzelnen Zellhaufen strahlen die Zellen vom Zentrum aus und dieselben können voneinander durch eine in älterem Zustande braune Substanz getrennt sein, welche beim Ausschwärmen der Zellen ihre Form behält und in ihrem Aussehen einer Honigscheibe gleicht. Größere Kolonien haben mehrere Zentren, von welchen die Zellen gleichsam ausstrahlen, und die gegenseitig durch Gallertstränge verbunden sind. An den äußeren Enden der Zellen sind bisweilen feine Gallert-

borsten nachweisbar. Membran dünn, von zwei ungleich großen Stücken gebildet. Der Chromatophor ist mantelförmig; kein Pyrenoid, aber größere oder geringere Mengen eines von Hämatochrom gefärbten roten Öles. Die Vermehrung geschieht durch Längsteilung, und die gebildeten Tochterzellen werden durch dazwischen ausgeschiedene Gallertmassen getrennt. Größere Kolonien zerfallen in verschieden große Klumpen. Die grünen Zellen vermögen auszuschlüpfen und sind mit Geißeln versehen, die schon sehr zeitig entstehen sollen; sie gründen einen neuen Stock. Außerdem sind Gameten angegeben, die aus besonderen kleinzelligen rotgefärbten Individuen entstehen sollen und nach der Kopulation kugelförmige ruhende Zygoten bilden.

Es werden 7 Arten angegeben; mehrere sind wohl nur Formen des überaus vielgestaltigen *B. Braunii* Kütz., welcher als Plankton in süßem oder schwach brackischem Wasser in allen Weltteilen vorkommt. *B. terricola* Klebs auf feuchtem Boden.

Die Gattung bedarf einer näheren Untersuchung.

Wenig bekannte und unsichere Gattung.

1. *Cocccobotrys* Chodat, Monogr. Algues en cult. pure (1913) 218. — Zellen oval-kugelig, durch gegenseitigen Druck meist etwas kantig, mit dünner Membran, einem parietalen, bisweilen netzförmig durchbrochenen, gelblichen Chromatophor ohne Pyrenoide; Stärke

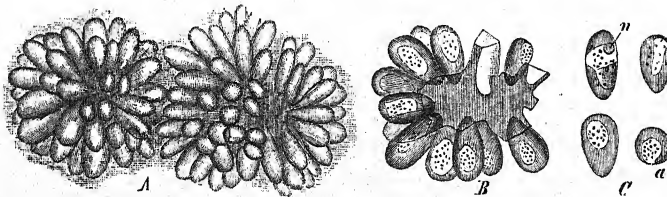


Fig. 289. *Botryococcus Braunii* Kütz. A 2 Kolonien, welche im Begriffe sind, sich voneinander zu trennen, und von denen die eine eine beginnende Teilung zeigt, mehrere ihrer Zellen haben sich soeben geteilt; B eine zerbrochene Kolonie, welche zeigt, daß die einzelnen Zellen in einer ziemlich festen Substanz liegen; C einzelne Zellen; n Zellkern, a Zelle, von oben gesehen, zeigt, daß der Chromatophor sich nicht um die ganze Zelle erstreckt. (480/1, Original.)

fehlt. Assimilationsprodukt Glykogen? Vermehrung durch sukzessive Teilung meist nur in 2 Richtungen des Raumes, wodurch 2- oder 4zellige Gruppen entstehen, die zu größeren Komplexen in einer gemeinsamen Gallertmasse verbunden sind. Weder Zoosporen noch Gameten bekannt. Sporen (Aplanosporen?), die zu 4, 8 oder mehreren in jeder Zelle gebildet werden, sind angegeben.

1 Art, *C. verrucariae* Chodat, in der Schweiz, als Flechtengonidie bei *Verrucaria* angegeben, ist aber ungenügend bekannt.

Chlorobotrydaceae.

Mit 10 Figuren.

Wichtigste Literatur: Fr. Schmitz, *Halosphaera*, eine neue Gattung grüner Algen aus dem Mittelmeer (Mitt. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. I, Leipzig 1879). — A. Borzi, *Botrydiopsis*, Nuove Genere di Alge verde (Bolletino della Societa Italiana dei Microscopisti, 1889); Alge d'aqua dolce della Papuasie (La nuova Notarasia, 1892); Studi algologici, Fasc. II, Palermo 1895. — W. Schmidle, Algologische Notizen, XV (Allgemeine bot. Zeitschrift für Systematik, Floristik usw., Nr. 12, 1900). — E. Lemmermann, Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, IX (Berichte d. deutschen bot. Gesellsch., Bd. XVIII, H. 6, 1900). — K. Bohlin, Étude sur la Flore algologique d'eau douce des Açores (Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. XXVII, No. 4, 1901). — H. H. Gran, Das Plankton d. norweg. Nordmeeres (Rep. Norweg. Fishery- and Marine-Investigations, Vol. II, Bergen 1902). — J. Snow, The Plankton Algae of Lake Erie (U. S. Fish Commission Bulletin for 1902). — E. Lemmermann, Flagellatae, Chlorophyceae, Coccosphaerales und Silicoflagellatae (Nordisches Plankton, hg. von K. Brand, Lief. 2, Kiel 1903). — H. Lohmann, Neue Untere. üb. d. Reichtum d. Meeres an Plankton (Wissensch. Meeresuntersuchungen, N. F. Bd., 7. Abt., Kiel 1903). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, I, Heterokontae (Jahrb. d. Hamburg. Wissensch. Anstalten, XXIII, 1905, Hamburg 1906). —

zahl bilden. Ähnliche Cysten sind auch bei *Halosphaera* und *Pseudotetraëdron* bekannt. Sie werden durch Auseinanderspaltung der zwei Stücke der Mutterzellmembran frei. Die Zellen von *Chlorobotrys* vermehren sich durch einfache Teilung nach drei Richtungen des Raumes, und die größeren Kolonien zerfallen dann in mehrere kleinere. Außerdem kommen auch Cysten vor, deren verkieselte Membran aus zwei Schalenhälften besteht. Sie sollen angeblich einzeln aus einer vegetativen Zelle durch Verdickung der Membran und Speicherung von Stoffen im Innern entstehen. Bei der Keimung liefern sie Aplanosporen, die zu normalen vegetativen Zellen heranwachsen.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist nur bei *Botrydiopsis* beschrieben. Die Gameten sollen — nach Borzi — bei Keimung der ruhenden kugeligen Hypnosporen entstehen. Sie sind klein, haben nur 1 Chromatophor und 2 ungleich lange Geißeln. Die bei der Kopulation gebildeten glatten Zygoten erzeugen bei der Keimung direkt vegetative Zellen. Diese Angabe bedarf jedoch weiterer Bestätigung.

Geographische Verbreitung. *Botrydiopsis*, *Chlorobotrys*, *Pseudotetraëdron* und *Centritractus* kommen im Süßwasserplankton vor, sind aber meist relativ selten anzutreffen. Die am häufigsten vorkommende ist *Chlorobotrys*, die besonders Moorwasser zu bevorzugen scheint und wohl eine kosmopolitische Verbreitung hat. *Halosphaera* und *Meringosphaera* sind weitverbreitete Meeresplanktonten, die ersterwähnte ist bis fast 73° nördl. Br. gefunden worden. *Polychloris* ist bisher nur in Polynesien nachgewiesen, symbiotisch im Körper einer Amöbe.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die hier eingereihten Gattungen scheinen sowohl hinsichtlich ihrer Morphologie wie Vermehrung eine einheitliche und natürliche Familie zu bilden, die wahrscheinlich in den *Botryococcaceae* ihren Ursprung haben.

Einteilung der Familie.

A. Zellen kugelig oder fast kugelig.

a. Süßwasserformen.

α. Zellen 2—16 in einer weiten, kugeligen Gallertmasse 1. *Chlorobotrys*.

β. Zellen einzeln oder in formlosen Haufen.

1. Membran zart, Chromatophor meist einer, fast ringförmig oder muldenförmig, die Zelle bis auf eine kleine hyaline Zone auskleidend 2. *Pleurochloris*.

2. Membran derber, viele scheibenförmige Chromatophoren.

I. Zoosporen mit 2 ungleichen Geißeln, als Süßwasserplankton oder auf feuchter Erde 3. *Botrydiopsis*.

II. Zoosporen mit 1 Geißel, symbiotisch in Amöben 4. *Polychloris*.

b. Meeresplanktonten.

α. Zellen mit geraden oder geschlängelten Schwebekorsten 6. *Meringosphaera*.

β. Zellen ohne Schwebekorsten 5. *Halosphaera*.

B. Zellen oval-zylindrisch, an jedem Ende mit einem Stachel 8. *Centritractus*.

C. Zellen spindelförmig, mit sehr zarter Membran 9. *Chlorocloster*.

D. Zellen viereckig schachtelförmig, an jeder Ecke mit einer Schwebekorste

7. *Pseudotetraëdron*.

1. *Chlorobotrys* Bohlin in Bih. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., Bd. 27 (1901) 34 (Fig. 290). (*Chlorococcum* W. West p. p., Freshw. Algae of the english Lake District in Journ. Roy. Micr. Soc. [1892] 737; *Gloeocystis* W. et G. S. West p. p., Not. on Freshw. Algae III in Journ. of Botany [1903] 13). — Zellen kugelig, einzeln oder zu 2—4—8—16 in einer kugeligen Gallertmasse; sie enthalten 1 Zellkern und mehrere gelbgrüne Chromatophoren ohne Pyrenoide, aber oft mit einem roten Pigmentfleck. Stärke fehlt, das Assimilationsprodukt ist fettes Öl. Die Membran ist derb, ungeschichtet, von Kieselsäure inkrustiert. Die Zellen vermehren sich durch einfache Teilung nach drei Richtungen des Raumes, und die größeren Kolonien zerfallen dann in mehrere kleine. Cysten entstehen einzeln aus einer vegetativen Zelle durch Verdickung der Membran und Speicherung von Reservenahrung im Innern. Sie sind von der Fläche gesehen fast viereckig, von der Seite kurz zylindrisch mit kieselsäurehaltiger, in zwei Hälften geteilter Membran. Diese Membranhälften werden bei der Keimung auseinandergesprengt, und es treten unbewegliche Zellen heraus, die man als Aplanosporen ansehen kann und welche zu normalen vegetativen Zellen heranwachsen. Zoosporen sind bei einer Art, *Chl. stellata* Chod., angegeben, aber geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht beobachtet worden.

5 Arten, die häufigste ist *Ch. regularis* (West) Bohl. (= *Chlorococcum regulare* West), im Süßwasser wohl kosmopolitisch verbreitet. Außerdem sind beschrieben: *Chl. neglecta* Pascher und Geitler, *Chl. polychloris* Pascher aus Europa und *Chl. limnetica* G. M. Smith aus nordamerikanischen Seen. Für *Chl. stellata* Chod. aus Europa sind Zoosporen angegeben.

2. Pleurochloris Pascher in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11 (1925) 46, Fig. 28 (Fig. 291). — Zellen meist einzeln oder zu zweien bis vierten, seltener in größeren Zusammenlagerungen, ohne deutliche Gallerten. Membran zart. Chromatophor meist 1, wandständig und manchmal fast ringförmig oder muldenförmig, die Zelle bis auf eine kleine hyaline

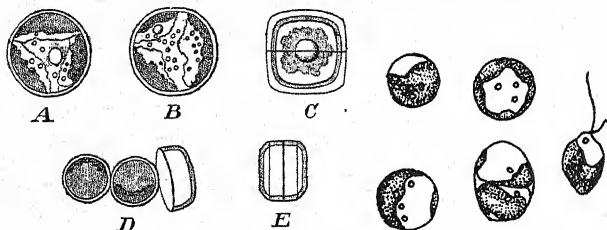


Fig. 290. *Chlorobotrys regularis* (West) Bohl. A, B Nach lebenden Individuen; C eine Aplanospore; D keimende Aplanosporen; E das Kieselskelett einer Aplanospore. (Nach K. Bohlén, 600/L.)

Fig. 291. *Pleurochloris commutata* Pascher. Vegetative Zellen, Teilungsstadium, Schwärmer. (Nach Pascher.)

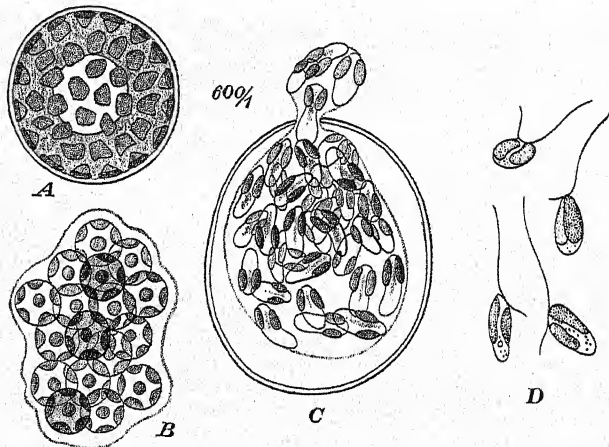


Fig. 292. *Botrydiopsis arrhiza* Borzi. A Eine vegetative Zelle; B Aplanosporenbildung; C Zoosporenbildung; D freie Zoosporen. (A—C nach A. Borzi, D nach Luther, 600/L.)

lationsprodukt ist Öl. Membran zweischalig, die beiden Schalen sehr ungleich, wie Topf und Deckel, oft leicht rötlich und schwach verkieselt. Vermehrung durch Zoosporen und Aplanosporen. Die ersteren entstehen zahlreich in jeder Mutterzelle, sind oval mit 2 seitlichen Chromatophoren, 2 ungleich langen Geißeln, von denen eine längere vorwärts und eine kürzere seitwärts gerichtet ist, aber ohne roten Augenfleck und verlassen die Muttermembran in einer gemeinsamen Gallertblase. Sie wachsen direkt zu neuen vegetativen Zellen heran. Die kugeligen Aplanosporen werden auch in großer Zahl in den Mutterzellen gebildet und werden durch Verschleimung der Mutterzellmembran frei; sie können entweder sogleich Zoosporen bilden oder umgeben sich mit einer derben, glatten Membran, speichern rotes Öl als Reservestoff und bilden ruhende Aplanosporen — Hypnosporen. Diese kugeligen Hypnosporen werden zu Gametangien und erzeugen bei der Keimung zahlreiche kleine 2wimperige Gameten, welche durch ein seitliches Loch austreten. Die durch Kopulation gebildeten Zygoten sind glatt und erzeugen bei der Keimung direkt vegetative Zellen.

Zone auskleidend. Öltröpfchen vorhanden, ebenso an der Innenseite der Chromatophoren kleine, stark lichtbrechende Körperchen. Manchmal kleine glänzende Bällchen (Leukosin?). Vermehrung durch Zwei- oder Vierteilung. Daneben kommen kleine Schwärmer vor, je mit einem großen Chromatophor, schiefe abgeschrägtem Vorderende und sehr formveränderlichem, oft hyalinem Hinterende; die Hauptgeißel deutlich schief eingefügt, die kleine Nebengeißel oft schwer zu beobachten.

Einzige bis jetzt bekannte Art: *P. commutata* Pascher auf feuchter Erde (wohl auch im Wasser und in Bodenflora), wahrscheinlich weitverbreitet.

3. Botrydiopsis Borzi in Bollet. Soc. Ital. dei Microscopisti (1889) (Fig. 292). — Zellen kugelig, 1zellig, freischwimmend mit 1 zentralen oder schwach seitlichen Zellkern, aber vielen scheibenförmigen, relativ großen, am Rande oft gelappten, parietalen Chromatophoren ohne Pyrenoide und Stärke. Das Assimili-

5 Arten, teilweise als Süßwasserplankton in Europa, Asien und Amerika, *B. arrhiza* Borzi, *B. eriensis* Snow, *B. turfosa* Pascher, *B. minor* Schmidle und *B. oleacea* Snow. Über das Artrecht der letzten herrscht jedoch Zweifel.

4. **Polychloris** Borzi in Nuova Notar. (1892) 36. — Zellen kugelig oder durch Druck rundlich, eckig. Chromatophoren zahlreich, wandständige Scheiben ohne Pyrenoide. Öl als Assimilationsprodukt. Die Zoosporen, die zu 8–16 in jedem kugeligen Zoosporangium gebildet werden, schlüpfen durch eine seitliche Öffnung aus, sind oval mit 3–mehreren Chromatophoren und 1 Geißel. Aplanosporen werden gebildet. Durch Verdickung der Membran der vegetativen Zellen entstehen ruhende Akineten.

Nur 1 sehr unvollständige und fragliche Art, *P. amoebicola* Borzi, symbiotisch im Körper einer Amöbe, in Polynesien gefunden. Sie ist wohl nur als eine symbiotische *Botrydiopsis* anzusehen.

5. **Halosphaera** Schmitz in Mitteil. Zool. Station Neapel, Bd. I (1878) 67 (Fig 293). — Zellen kugelig, freischwimmend, 1zellig; die jungen Zellen haben im plasmatischen Belag der Wandung einen Zellkern und zahlreiche, netzförmig geordnete, \pm eckige, plattenförmige Chromatophoren von gelbgrüner Farbe, die nicht selten durch Plasmabrücken miteinander in Zusammenhang stehen; eine große Vakuole nimmt die Zellmitte ein. Der Zellkern kann bisweilen eine zentrale Lage haben und liegt in diesem Falle in einer

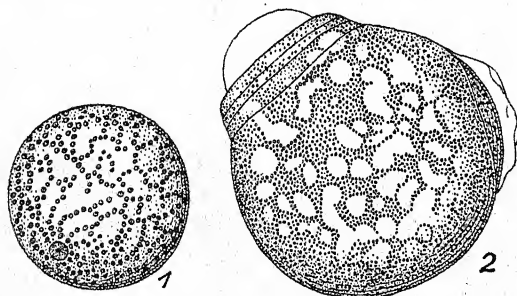


Fig. 293. *Halosphaera viridis* Schmitz. 1 Junge Kugel; 2 etwas ältere Zelle in Häutung begriffen. (Nach Gran und Schmitz bei Oltmanns.)

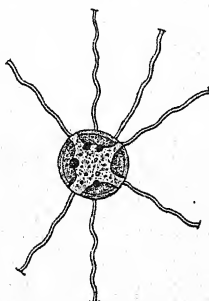


Fig. 294. *Meringosphaera mediterranea* Lohmann. Eine vegetative Zelle. (Nach Lohmann.)

Plasmaanhäufung, welche mit feinen Fäden mit dem Wandbelag in Verbindung steht. Das Assimilationsprodukt besteht aus Fett und Öl. Die Membran wird größtenteils aus Pektin mit einer Einlagerung von Kieselsäure gebildet und ist aus zwei gleichen Schalenhälften aufgebaut, die an ihren Rändern zusammenschließen. Beim Wachstum der Zelle werden innerhalb der ursprünglichen Membranhälften neue gebildet; die alten werden kappenartig abgesprengt und bleiben manchmal lange an der Zelle haften. Die Vermehrung geschieht durch zweischalige verkieselte Aplanosporen, die zu 8–128 in der Mutterzelle entstehen und durch Voneinanderweichen der Schalen der Muttermembran frei werden. Dauerzellen entstehen in Einzahl in jeder Zelle, indem sich der Inhalt etwas zusammenzieht und mit einer neuen dicken, ebenfalls aus zwei Schalenhälften bestehenden Membran umgibt. Außerdem kommen kleine, metabolische Zoosporen vor, die in großer Zahl in jeder Mutterzelle entstehen; sie haben am farblosen Vorderende zwei ungleich lange Geißeln, meist zwei Chromatophoren und einen roten Augenfleck. Sie wachsen nach Aufgeben ihres flagellären Zustandes zu Kugelzellen aus. Die von Schmitz beschriebenen eigenartigen Schwärmer mit zwei gleich langen Geißeln gehören wahrscheinlich nicht zu *Halosphaera*.

H. viridis Schmitz (inkl. *H. minor* Ostensfeld) ist eine weitverbreitete Planktonalge, die fast in allen Meeren vorkommt; ihre Verbreitung nach Norden ist mit dem Golfstrom bis zum 72° 54' nördl. Breite festgestellt worden. *H. blastula* Häck. und *H. ovata* Schütt werden auch als Planktonalgen genannt, sind aber noch ungenügend bekannt.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß *Sphaera kerguelensis* Karsten, die als Meeresplankton bei den Kerguelen vorkommt, und *Pachysphaera pelagica* Ostensf. aus dem nördlichen Atlantischen Ozean nur Entwicklungsstadien von *Halosphaera* sind.

6. **Meringosphaera** Lohmann in Wiss. Meeresunters. Kiel N. F. Bd. 7 (1903) 68 (Fig. 294). — Zellen kugelig, ellipsoidisch oder tetraedrisch, bisweilen kurz zylindrisch, freischwimmend, mit oder ohne Gallerthülle, allseitig oder einseitig mit mehreren farblosen,

9. **Chlorocloster** Pascher in Die Süßwasserflora Deutschl. usw., H. 11 (1925) 52 (Fig. 297). — Ellipsoidische, gegen die Enden verschmälerte Zellen mit sehr zarter Membran, die keine Verdickungen und auch keine weitere Skulptur zeigt. Manchmal ist eine ganz leichte Gallerthülle nachweisbar. Mehrere wandständige, elliptische oder unregelmäßig plättchenförmige Chromatophoren von ausgesprochen gelbgrüner Farbe. Öltröpfchen und Fett vorhanden. 1 Zellkern, gewöhnlich exzentrisch, der Wand genähert. Zellen meist isoliert. Vermehrung wahrscheinlich durch Zwei- oder Vierzellenbildung innerhalb der Mutterzelle, wodurch zwei oder viele Autosporen entstehen.

Einzige bis jetzt bekannte Art: *Chl. terrestris* Pascher, an Grunde von Baumstämmen in Mitteleuropa.

Wenig bekannte und unsichere Gattungen.

1. **Monodus** Chodat in Monogr. Algues en cult. pure (1913) 182 (Fig. 298). — Zellen frei, einzeln lebend, oval oder kugelig, oft asymmetrisch, mit einem oft gekrümmten, kurzen, bisweilen seitlichen Zahn. Membran zart, bisweilen verkieselt. In jeder Zelle mehrere (2—8), parietale, gelbgrüne, scheibenförmige Chromatophoren. Stärke und Py-

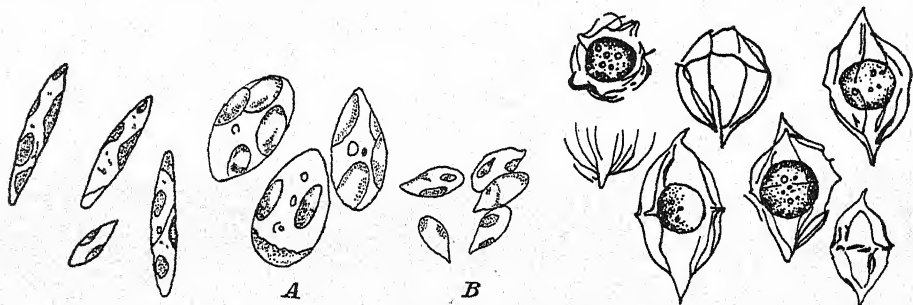


Fig. 297. *Chlorocloster terrestris* Pascher. (Nach Pascher.)

Fig. 298. *Monodus* Chodat. A *M. acuminata* Chodat. — B *M. Chodati* Pascher. (Nach Pascher.)

Fig. 299. *Bernardinella bipyramidata* Chodat. (Nach Chodat, 800/1.)

renoide fehlen, Assimilationsprodukt Fett und Öl. Durch wiederholte Zweiteilungen können 4—8 endogene Autosporen entstehen. Schwärmerstadien fehlen.

3 Arten, *M. acuminata* (Gern.) Chodat (= *Chlorella acuminata* Gerneck) und *M. Chodati* Pascher in Süßwasser oder auf feuchten Stellen, *M. amicimai* Pascher als Meeresplankton. Die von Chodat beschriebene *M. ovalis* gehört der Gattung *Characiopsis* an. Übrigens ist die ganze Gattung recht problematisch.

2. **Aurosphaera** Schiller in Arch. f. Protistenkd., Bd. 36 (1916) 303. — Zellen frei lebend, kugelig-oval, bisweilen etwas abgeflacht. Membran dünn, verkieselt, hart, brüchig, durchsichtig, trägt zahlreiche Stacheln von der Länge des Zellendurchmessers, die anscheinend einer kleinen, runden, scheibenartigen Erhöhung in der Mitte aufsitzen. Die Borsten bestehen aus Kieselsubstanz, sind starr und wenig elastisch, sehr dünn und laufen spitz aus. Sie erheben sich auf einem säulenartigen, kegelförmigen oder vierseitigen, pyramidenförmigen Sockel, der nicht durchbohrt ist und mit etwas verbreiteter Basis der Schale aufsitzt. Bisweilen sind in der Schale zahlreiche runde oder schwach ovale Poren wahrnehmbar. Chromatophoren 2—4 große, unregelmäßig umrissene, parietale, gewölbte Platten von schwefel- oder goldgelber Färbung. Zellkern verhältnismäßig klein. Vermehrung durch eingießelge Zoosporen und durch Autosporen, die zu zweien bis vierten gebildet werden und eine glatte oder kurzstachelige, dicke Membran haben.

3 Arten, *A. ovalis* Schiller, *A. echinata* Schiller und *A. brevispina* Schiller, als Plankton in der Adria.

Die systematische Stellung ist sehr zweifelhaft. Möglicherweise gehören sie den *Chrysosphaerales* an.

3. **Bernardinella** Chodat in Bull. Soc. Bot. de Genève (1921) (Fig. 299). — Zellen breit spindelförmig, an den Enden rasch in bogige und gekrümmte Spitzen zusammengezogen. Membran derb, rotbraun, zweiteilig, die Naht der beiden Membranhälften genau äquatorial und hier eine deutliche, scharf vorspringende Kante bildend. Von der Äqua-

torialkante aus gegen die beiden Polspitzen zulaufend erstrecken sich 5—7 hervorspringende, scharfe Membranrippen, so daß die Zellen in der Aufsicht 5—7kantig erscheinen. Diese Rippen laufen meist nicht ganz bis zur Spitze, sondern verschwinden kurz davor. Die einzelnen Membranhälften sind deutlich glockenförmig. Zellinhalt im beobachteten Material vielleicht kontrahiert, kugelig, den Zellraum nicht ausfüllend.

Einzigste Art, *B. bipyramidata* Chodat an den Quellmooren am Plan des Jupiter am Großen St. Bernhard in der Schweiz.

Anm. Ein sehr ungenügend bekannter und unsicherer Organismus, von dem wir noch nicht wissen, ob die beschriebenen Stadien vegetativ sind oder Dauerzellen darstellen. Wegen der zweiteiligen Membran vielleicht zu den Heteroconten gehörig. In morphologischer Hinsicht ist *Bernardinella* dem von West beschriebenen, ebenfalls sehr ungenügend bekannten *Desmatractum* ähnlich; ob sie identisch sind, läßt sich aber z. Z. nicht feststellen.

Chlorotheciaceae.

Mit 5 Figuren.

Wichtigste Literatur: C. Nägeli, Gattung. einzelliger Algen, Zürich 1849. — A. Borzi in E. Martel, Contribuzione alla conoscenza dell'algologia Romana (Ann. dell' Inst. bot. de Roma, Vol. I, Roma 1885). — C. Gobi, *Peroniella Hyalothecae* (Scripta bot. Hort. Petropol. Tom. I, St. Petersburg 1887). — A. Borzi, Sullo Sviluppo del *Mischococcus confervicola* (Malpighia 1888); *Chlorothecium Pirottae* (Malpighia 1888). — G. Lagerheim, *Harpochytrium* und *Achlyella*, zwei neue Chytriaceen-Gattungen (Hedwigia, 1890, S. 143). — A. Borzi, Alge d'acqua dolce della Papuasias (La nuova Notarisa, 1892); Studi algologici, II, Palermo 1895. — W. and G. S. West, Notes on Freshwater Algae (Journ. of Bot., 1898); Geo, F. The Genus *Harpochytrium* in the United States (Ann. Mycol., Vol. I, No. 6, 1903). — J. L. Serbinow, Über Bau und Polymorphie der Süßwasser-alge *Peroniella gloeophila* Gobi (Scripta bot. Hort. Univ. Petropol., Fasc. XXIII, St. Petersburg 1905). — W. Heering, Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, I (Jahrb. der Hamburgischen Wiss. Anstalten, XXIII, 1905, Hamburg 1906). — J. Virieux, Note sur le *Dichotomosiphon* et le *Mischococcus confervicola* (Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, 1910). — A. Pascher, Zur Gliederung der Heterokonten (Hedwigia, Bd. 53, 1912); Über Flagellaten und Algen (Ber. d. deutsch. Bot. Gesellschaft, Bd. 82, 1914). — H. Printz, Kristianiatriaktsens Protococcoideer (Videnskaps selskaps Skrifter, I, Mat.-naturv. Klasse 1913, Kristiania 1914). — E. Lemmermann, Algologische Beiträge, XII, Die Gattung *Characiopsis* Borzi (Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. XXIII, H. 1, 1914). — G. M. Smith, Zoosporeformation in *Characium acuminatum* (Science, 1914). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — Nelly Carter, On the Cytology of two Species of *Characiopsis* (The New Phytologist, Vol. XVIII, 1919). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Jena 1922—23. — A. A. Elenkin, Descriptio specierum formarumque novarum e gen. *Characium* A. Braun et *Characiopsis* Borzi cum Crustaceis symbioticis (Notulae systematicae ex Instituto Cryptogamico Horti Botanici Reipubl. Rossicae, T. III, H. 3, 1924). — A. Pascher, Heterokontae in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11, 1925. — E. M. Poulton, Étude sur les Hétérokontes (Bull. Soc. Bot. Genève, Vol. XVII, 1925). — A. Scherffel, Beiträge zur Kenntnis der Chytridieen, Teil III (Archiv für Protistenkd., Bd. 54, H. 3, 1926, 510).

Merkmale. Zellen von sehr verschiedener Form, mit einem dünneren oder dickeren, einfachen oder verzweigten Stiel befestigt und mit 1 bis mehreren gelbgrünen Chromatophoren ohne Pyrenoid. Vermehrung durch 1geißelige Zoosporen, die entweder durch simultane Teilung direkt aus den vegetativen Zellen entstehen, oder es werden erst kugelige Zoosporangien gebildet, welche die Zoosporen erzeugen. Vegetative Teilung der Zellen kommt bei dem büscheligen *Mischococcus* vor.

Vegetationsorgane. Sämtliche hier eingereichten 5 Gattungen sind mittels eines Stieles befestigt, der aber in seiner Anlage sehr verschiedenen Ursprungs ist. Bei *Peroniella* und *Stipitococcus* ist der feine Stiel durch Umbildung der Geißel entstanden. Bei *Characiopsis* und *Chlorothecium* ist der Stiel immer dicker, aber von sehr wechselnder Länge und ist als ein zylindrischer, stiel förmiger Membranfortsatz anzusehen, der an der Basis mit einer kopfförmigen Verdickung versehen ist, durch Absonderung von Gallerte eine manchmal sehr große, basale Haftscheibe entwickelt. Die hier erwähnten Gattungen haben stets einen unverzweigten Stiel. Bei *Mischococcus* ist der Stiel reich verzweigt und scheint aus Gallertmassen zu bestehen, indessen ist die Sache noch nicht völlig geklärt. Dieser Stiel entsteht in der Weise, daß die junge Zelle sich zuerst mit Hilfe einer Gallertmasse festheftet, worauf dann Querteilungen beginnen. Die gebildeten

Tochterzellen runden sich gegeneinander ab, rücken bisweilen nur ein wenig auseinander und werden gemeinsam durch einen farblosen Stiel aus der Mutterzellmembran herausgehoben. Durch wiederholte Teilungen dieser Art bilden ältere Individuen dichotomisch, selten trichotomisch oder kranzförmig verzweigte, festsitzende Kolonien, deren Zweige an den distalen Enden die Zellen tragen.

Wie die Länge und Stärke der Stiele, ist auch die Form der Zellen überaus wechselnd. Sie sind fast kugelig bei *Peroniella* und *Mischococcus*, elliptisch oder eiförmig bei *Stipitococcus* und *Chlorothecium*, und bei *Characiopsis* wechselt die Form der Zellen zwischen kugelig, oval-elliptisch, eiförmig, keulenförmig, zylindrisch, breit spindelförmig, lanzettlich, halbmondförmig, sichelförmig und linear. Bei manchen Formen sind überdies seitliche Einschnürungen oder wellenförmige Einbuchtungen vorhanden.

In jeder Zelle befinden sich 1 zentraler Zellkern (bei *Characiopsis* sind bisweilen mehrere nachgewiesen; vielleicht als eine beginnende Zoosporenbildung anzusehen) und 1 oder mehrere parietale, scheibenförmige, gelbgrüne Chromatophoren ohne Pyrenoid. Das Assimilat ist Öl.

Vermehrung. Eine vegetative Teilung der Zellen kommt nur bei *Mischococcus* vor, dagegen sind Zoosporen bei sämtlichen Gattungen bekannt. Die Zellen bei *Mischococcus* bilden sich direkt in eine einzelne Zoospore um, welche aus der Membran herausschlüpft und zu einer neuen Pflanze heranwächst. In den Zellen von *Chlorothecium* teilt sich der ganze Inhalt erst in zahlreiche kugelige Aplanosporen oder Cysten, welche durch Verschleimung der Mutterzellwand frei werden. Sie sind als Zoosporangien anzusehen, da sie bei ihrer Keimung 2 oder 4 Zoosporen erzeugen; diese schlüpfen heraus, nachdem ein Deckel von der unteren Zelhälfte abgehoben ist, und können entweder direkt zu neuen Pflanzen heranwachsen oder angeblich auch kopulieren. Bei *Characiopsis* teilt sich der Inhalt der vegetativen Zellen ohne vorausgehende Zellwandbildung direkt in ziemlich zahlreiche Zoosporen, welche durch ein apikales oder seitliches Loch entschlüpfen und alsbald keimen.

Die vegetativen Zellen von *Stipitococcus* erzeugen je 2, die von *Peroniella* etwa 8 Zoosporen. Die Schwärmer dieser Familie haben die übliche Heterocontenform, ovalbirnförmig mit 1 oder 2 gelbgrünen Chromatophoren, nur 1 Geißel und mit oder ohne seitlichen Augenfleck. Bei *Chlorothecium* sind außerdem Aplanosporen-artige Gebilde beobachtet worden (Fig. 300). Sie entstehen zu 8—16 oder vielleicht noch mehr simultan in jeder Zelle, sind kugelförmig, recht dickwandig und an jedem Pol mit einer Membranwarze versehen. Durch ringförmiges Zerreißen der Muttermembran werden sie, von einer gemeinsamen Gallertmasse zusammengehalten, frei. Vielleicht stellen sie eine Art Ruhezellen dar.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten ist bei *Mischococcus*, *Chlorothecium* und *Characiopsis* angegeben, scheint aber etwas problematisch zu sein. Bei *Mischococcus* können nach Borzi die früher erwähnten Zoosporen auch paarweise kopulieren, aber es kann im Gegenteil auch sein, daß diese Verschmelzung zweier Schwärmer nur ein unvollständiges Teilungsstadium darstellt. Die Zoosporen bei *Chlorothecium*

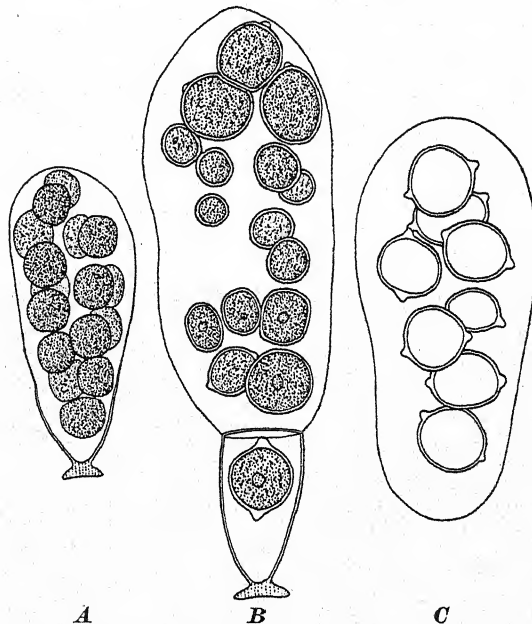


Fig. 300. *Chlorothecium Pirottii* Borzi. A, B Zwei Stadien in der Bildung dickwandiger Ruhezsporen (Cysten?); C freigewordene Ruhezsporen, innerhalb einer gemeinsamen Gallertthülle. (Nach Printz, 790/1.)

können sich — nach Borzi — auch als fakultative Gameten erweisen. Sie kopulieren, und es entstehen Hypnozygoten, welche nach längerer Ruhe keimen, indem sie wenige, meist nur 2 Zoosporen erzeugen. Die geschlechtliche Fortpflanzung bei *Characiopsis* entspricht derjenigen bei *Chlorothecium* in allen wesentlichen Punkten, nur ist die Trennung von geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Schwärmern hier eine schärfere. Nach den Angaben von Borzi, die bislang nicht bestätigt worden sind, entstehen die Isogameten aus den Aplanosporen zu 1—4, entweichen durch eine seitliche Öffnung, kopulieren und erzeugen eine dickwandige Zygote; bei der Keimung derselben entstehen 1—2 Zoosporen, aus denen sich neue vegetative Zellen entwickeln.

Geographische Verbreitung. Sämtliche Vertreter dieser Familie sind nur als Süßwasserbewohner bekannt. *Mischococcus* und *Characiopsis* sind kosmopolitisch verbreitet; *Stipitococcus*, *Peroniella* und *Chlorothecium* kommen verhältnismäßig selten vor und sind nur aus Europa bekannt; die letzterwähnte Gattung ist bislang nur in Italien, Böhmen und Norwegen nachgewiesen.

Verwandtschaftsverhältnisse. Es ist wohl über allen Zweifel erhaben, daß sämtliche in diese Familie eingereihten 5 Gattungen wahre Heteroconten sind, aber im übrigen muß die Familie mehr als eine praktische, denn als eine phylogenetische angesehen werden. Zwar sind *Chlorothecium* und *Characiopsis* sehr nahe verwandte Gattungen; die erste unterscheidet sich von *Characiopsis* hauptsächlich nur durch die basale Stielverbreiterung und das ringförmige Zerreißen der Mutterzellhaut beim Freiwerden der Schwärmer. Im vegetativen Zustande gleichen sich beide Gattungen bis auf die Basalscheibe vollständig. Dagegen läßt sich wohl nichts Sicheres sagen hinsichtlich der Verwandtschaft der übrigen drei Gattungen. Möglicherweise sind *Peroniella* und *Stipitococcus* verwandte Gattungen, während *Mischococcus* mehr isoliert steht und vielleicht mit den *Botryococcaceae* verwandt ist.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen zu verzweigten Kolonien vereinigt 3. *Mischococcus*.
- B. Zellen stets einzeln, durch einen Stiel festsitzend.
 - a. Stiel sehr dünn und fein.
 - α. Zellen ei- oder glockenförmig mit einer parietalen Chlorophyllplatte 2. *Stipitococcus*.
 - β. Zellen kugelig mit mehreren plattenförmigen Chromatophoren . . . 1. *Peroniella*.
 - b. Stiel dicker und fester.
 - α. Die Zoosporen entstehen direkt aus den vegetativen Zellen 5. *Characiopsis*.
 - β. Die Zoosporen (Gameten?) entstehen aus kugeligen Cysten, die durch teilweise Auflösung der Mutterzellmembran frei werden 4. *Chlorothecium*.

1. *Peroniella* Gobi in Notarisia II (1887) 384 (Fig. 301). — Zelle zartwandig, stecknadel förmig oder kugelig, mit einem kürzeren oder längeren, zarten, fadenförmigen, soliden Stielchen, dessen basales Ende sich zu einem Scheibchen erweitert. Jede Zelle hat mehrere wandständige, scheibenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoide. Zellinhalt durch gespeichertes Öl manchmal goldgelb. Ein zentraler Zellkern. Zoosporen, alle von gleicher Größe, entstehen simultan in einer Anzahl bis 8, sind birnförmig, treten durch einen seitlichen Riß aus und haben an dem vorderen Ende angeblich 1 Geißel, welche sich bei der Keimung in einen Stiel umwandelt. Dauerzellen entstehen aus dem vegetativen Stadium dadurch, daß der Inhalt dichter und dunkelgrün wird und die Zellmembran sich verdickt. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

2 Arten, *P. hyalothecae* Gobi (inkl. *P. gloeophila* Gobi), epiphytisch an verschiedenen Süßwasseralgen in Europa, und *P. planctonica* G. M. Smith an *Sphaerosozoma* in amerikanischen Seen.

2. *Stipitococcus* W. et G. S. West in Journ. of Bot., Vol. 36 (1898) 336 (Fig. 303 F). (*Styllococcus* Schmidle, Notizen zu einigen Süßwasseralgen in Hedwigia, Bd. XLI [1902] 153, Fig. 1). — Zellen elliptisch oder eiförmig, ± unregelmäßig, an einem langen, dünnen Stiel befestigt. Chromatophor eine parietale, gebogene, unregelmäßige Platte ohne Pyrenoid. Ein Zellkern in der Zellmitte. Das Assimilationsprodukt ist Öl. Durch Querteilung entstehen 2 Zoosporen mit 1 Geißel; sie durchbrechen die Mutterzellmembran, schwärmen eine Zeitlang umher, setzen sich mit den Geißeln, welche bei der Befestigung den Stiel bilden, fest und wachsen direkt zu vegetativen Zellen heran.

Nur 2 Arten, epiphytisch an europäischen Süßwasseralgen, *S. urceolatus* W. et G. S. West an *Mougeotia* und *Sphaerosma* und *S. Lauterbornei* (Schmidle) (= *Stylococcus Lauterbornei* Schmidle) an *Hyalothecca*.

Eine sehr fragliche Gattung, die wahrscheinlich nicht hierher gehört; vielleicht ist sie eine Rhizochrysidinee.

3. **Mischococcus** Nägeli, Gatt. einzell. Algen (1849) 80 (Fig. 302). (*Mycothamnion* Kütz.?). — Die kugeligen Zellen sitzen zu je 2 oder 4 an den Enden von dünnen, meistens dichotomisch verästelten, angehefteten Stielen beisammen und bilden dadurch bäumchenförmige Kolonien. Die Strahlen, welche die Stiele zusammensetzen, sind an den Verästelungsstellen keulenförmig angeschwollen und erscheinen meist durch Scheidewände voneinander getrennt. Chromatophoren 2–4, selten nur 1, ohne Pyrenoid. Wenn die Alge ausgewachsen ist, trennen sich die Zellen von den Stielen und schwärmen als Zoosporen aus; nach dem Schwärmen setzen sie sich fest, bilden an ihrer unteren Seite einen kürzeren oder längeren Stiel und beginnen sich zu teilen, meist durch Querteilungen. Die Tochterzellen runden sich gegeneinander ab und rücken bisweilen nur ein wenig auseinander. Die Verzweigung der *Mischococcus*-Büschel entsteht

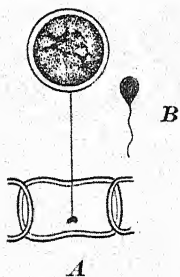


Fig. 301. *Peroniella hyalothecae* Gobi. A Vegetative Pflanze; B Zoospore. (Nach Gobi, 375/1.)

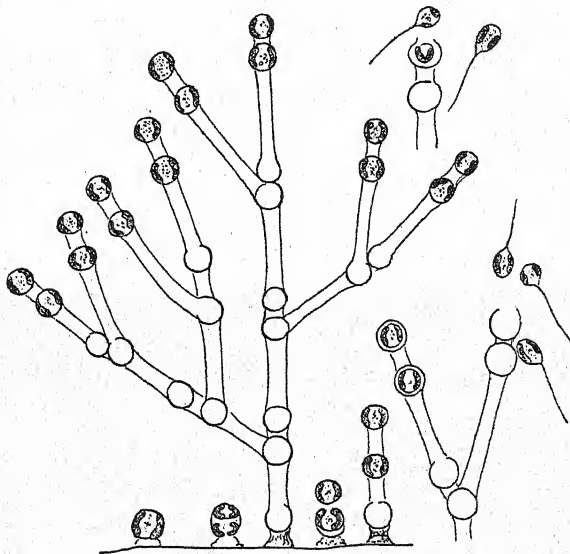


Fig. 302. *Mischococcus confervicola* Nägl. Kolonien in verschiedenen Entwicklungsstadien. Rechts Zellen während der Zoosporenbildung. (Nach A. Borzi.)

durch Fortschiebung zweier Schwesterzellen nach verschiedenen Richtungen. Die Gameten entstehen zu 1 oder 2 in jeder Zelle, entweichen durch eine Öffnung und können entweder kopulieren oder direkt parthenogenetisch keimen. Die Schwärmstadien haben, soweit bekannt, nur 1 Geißel. Die angegebene Befruchtung ist wahrscheinlich auch nur als unvollständige Teilungsstadien anzusehen. Aus der keimenden Zygote (?) entwickelt sich ein *Palmella*-Stadium in Form eines Gallertpolsters, in dem die Zellen ohne Stiel zu zweien oder zu vieren genähert liegen, oft auch radiär und peripher angeordnet. Aus diesen Zellen gehen 1–4 ovale Zoosporen hervor, welche bei der Keimung neue *Mischococcus*-Büschel erzeugen. Assimilationsprodukt ist Öl.

2 Arten, *M. confervicola* Nägl. in kalkhaltigem Süßwasser auf *Vaucheria*, *Cladophora*, *Mougeotia* und anderen Süßwasseralgen festsitzend, wohl kosmopolitisch verbreitet, und *M. tenuissimus* (Printz) Pascher in Asien und Europa.

4. **Chlorothecium** Borzi in Ann. R. Ist. Bot. di Roma, Fasc. II (1885) 190 (nec Krüger) (Fig. 303 A–C). — Zellen umgekehrt birnförmig bis keulenförmig, an einem in eine Haftscheibe übergehenden kurzen Stiele befestigt. Membran zart, aus zwei Hälften bestehend; die Fuge verläuft in der Mitte der Zelle. 2–4 hellgrüne, scheibenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid. Durch Teilungen in 1–3 Richtungen entstehen 16–64 kugelige Zoosporangien, die später je 1–4 Zoosporen bilden. Die Zoosporen haben ein Stigma und angeblich nur 1 Geißel; sie werden frei durch Bersten des Zoosporangiums und teilweise

Auflösung der Urmutterzellmembran. Die Schwärmzellen keimen direkt zu neuen Pflanzen aus oder kopulieren (?) und bilden runde, glatte Zygoten, die bei der Keimung 2 Zoosporen bilden. Außerdem kommen Aplanosporen-artige Gebilde (Cysten?) vor. Sie entstehen zu 8—16 (oder vielleicht noch mehr) simultan in jeder Zelle, sind kugelförmig, recht dickwandig und an jedem Pol mit einer Membranwarze versehen. Sie entschlüpfen durch ringförmiges Zerreißen der Mutterzellmembran, von einer gemeinsamen Gallertmasse zusammengehalten.

Nur 1 Art, *Chl. Pirottiae* Borzi in Süßwasser bisher nur in Italien, Böhmen und Norwegen gefunden.

An m. *Chl. Pirottiae* ist mit der folgenden Gattung sehr nahe verwandt. Sollte es sich später zeigen, daß die vegetativen Zellen von *Chlorothecium* den Ursprung zu Zoosporen direkt geben können — ohne vorausgehende Cystenbildung —, so sind die beiden Gattungen wohl zu vereinigen.

5. **Characiopsis** Borzi in Notarisia III (1888) 451 (Fig. 303 D—E). — Die Form der Zellen ist sehr vielgestaltig, rund, oval, ellipsoidisch, eiförmig, keulenförmig, zylindrisch, spindelförmig, lanzettlich, sichelförmig, linear, am Vorderende abgerundet oder zugespitzt.

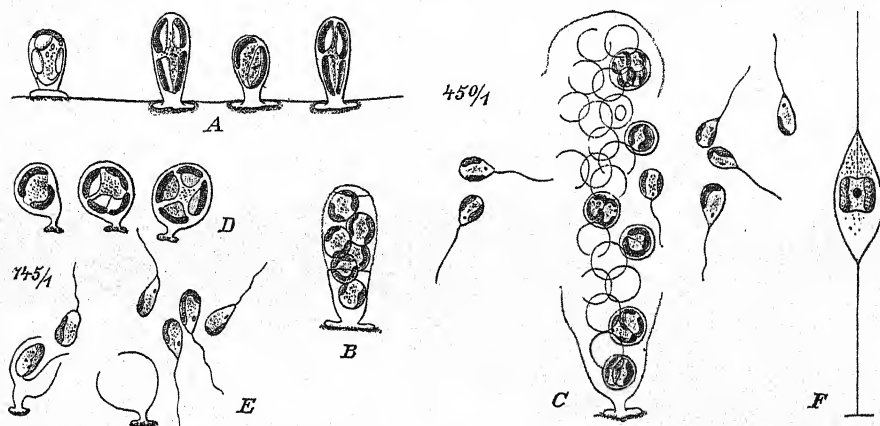


Fig. 303. A—C *Chlorothecium Pirottiae* Borzi. A Vegetative Zellen; B Bildung von Zoosporangien; C Entleerung der Zoosporen. — D, E *Characiopsis gibba* (A. Br.) Borzi. D Vegetative Individuen; E Entleerung der Zoosporen. — F *Stipitococcus Lauterborni* Schmidle, eine vegetative Zelle. (A—E nach A. Borzi, A—C 450/1, D, E 745/1; F nach W. Schmidle.)

bisweilen in eine Papille oder in einen langen Stachel ausgezogen und an der Basis in einen kürzeren oder längeren Stiel plötzlich oder allmählich übergehend. Der Stiel ist entweder dick oder dünn und zart und trägt am unteren Ende ein kugeliges Köpfchen, das durch Absonderung von Gallerte ein manchmal sehr großes basales Haftscheibchen trägt, das bisweilen durch Einlagerung von Eisenoxydhydrat gelbbraun bis schwarzbraun gefärbt ist. Zellwand dünner oder derber, nicht geschichtet, aus 2 Teilen bestehend, der untere meist größer, während der andere kleinere die Zelle deckelartig abschließt. Die gelbgrünen Chromatophoren bilden in jeder Zelle entweder eine einzige parietale, an den seitlichen Rändern oft umgebogene Platte oder 2 bis zahlreiche flache oder muldenförmige, parietale Scheiben. Pyrenoid fehlt. Stärke fehlt, dagegen treten größere oder kleinere, gelbliche oder fast farblose Öltröpfchen auf. Der Zellkern hat eine zentrale Lage, bei manchen Arten treten im Alter mehrere Zellkerne auf. Vermehrung durch Zoosporen und Aplanosporen. Die erstgenannten sind eiförmig oder oval, besitzen einen seitlichen Augenfleck, einen muldenförmigen Chromatophor und am spitzen Ende 1 (oder 2 ungleich lange) Geißel. Nach den Angaben von Borzi entstehen in den Aplanosporen 1—4 Isogameten, die durch eine seitliche Öffnung entweichen, miteinander kopulieren und eine dickwandige Zygote erzeugen; bei der Keimung derselben entstehen 1—2 Zoosporen, aus denen sich neue vegetative Zellen entwickeln. Bei einer Art sind außerdem begeißelte Makrozoosporen und geißellose Mikrozoosporen beschrieben.

Die *Characiopsis*-Arten kommen epiphytisch oder epizootisch in süßem, meist stehendem Gewässer in allen Weltteilen vor und sind häufig mit *Characium* verwechselt worden. Von *Characium*

A. Br. und *Characiopsis* Borzi werden zusammen 76 Arten beschrieben; zur Gattung *Characiopsis* gehören wahrscheinlich sicher: *Ch. acuta* (A. Br.) Borzi, *Ch. ellipsoidea* W. et G. S. West, *Ch. gibba* (A. Br.) Borzi, *Ch. horizontalis* (A. Br.) Borzi, *Ch. longipes* (A. Br.) Borzi, *Ch. minuta* (A. Br.) Lemm., *Ch. pyriformis* (A. Br.) Borzi, *Ch. subulata* (A. Br.) Borzi, *Ch. turgida* W. et G. S. West, *Ch. Naegeli* (A. Br.) Lemm., *Ch. acuminata* (Eichl.) Lemm., *Ch. tuba* (Herm.) Lemm., *Ch. groenlandica* (P. Richter) Lemm., *Ch. clava* (Herm.) Lemm., *Ch. constricta* (Eichl.) Lemm., *Ch. Borziana* Lemm., *Ch. cylindrica* (Lambert) Lemm., *Ch. falcata* (Br. Schröder) Lemm., *Ch. aegyptiaca* Brunth., *Ch. crassi-apez* Printz, *Ch. spinifer* Printz, *Ch. saccata* Carter, *Ch. gladius* Pascher, *Ch. avis* Pascher, *Ch. sessilis* Pascher, *Ch. grandis* Pascher, *Ch. polychloris* Pascher, *Ch. Heeringiana* Pascher, *Ch. teres* Pascher, *Ch. minor* Pascher, *Ch. sublinearis* Pascher, *Ch. aristulata* Beck-Mannagetta, *Ch. falcata* Lemm., *Ch. ellipsoidea* G. S. West und wahrscheinlich auch *Ch. limnetica* Lemm. und *Ch. (?) crustaceum* Elenkin. Hierzu gehört auch der von Chodat beschriebene *Monodus ovalis* = *Ch. ovalis* (Chodat).

A n m. Bei dem sog. *Characium limneticum* Lemm. ist von Schiller (1924) Kopulation von Heterogameten beobachtet worden. Da aber die Zahl und Länge der Geißeln nicht mit Gewißheit festgestellt werden konnte — es scheint nur eine vorhanden zu sein —, ist es nicht unwahrscheinlich, daß diese Alge zu *Characiopsis* gehörig ist. Ich verweise diesbezüglich auf die Darstellung unter *Characium*.

Apochromatische Nebenformen der Chlorotheciaceae (Harpochytriaceae).

1. *Harpochytrium* Lagerheim in Hedwigia (1890) 143 (Fig. 304 A, B). (Inkl. *Fulminaria* Gobi in Scripta bot. Horti Univ. Petropol. Fasc. XV [1899]; *Rhabdium* Dangeard. Un nouveau genre de Chytridiacees in Le Botaniste IX [1903]). — Die epiphytische Zelle ist meist farblos, sichelförmig, an einem längeren oder kürzeren Stiel am Ende oder etwas seitlich befestigt; bei einer Art kommt ein parietaler, plattenförmiger, gelblichgrüner Chromatophor, ohne Pyrenoid und anscheinend ohne Stärkeinschlüsse, vor. Die Zoosporen entstehen simultan in einem durch eine Querwand von dem unteren, vegetativen Teil abgetrennten Zoosporangium, das sich am Scheitel öffnet; sie sind eiförmig mit 1 Geißel. Die basale, vegetative Zelle kann durch Durchwachsen des entleerten Sporangiums wiederholt zum neuen Zoosporangium herauswachsen.

5 Arten, epiphytisch an Süßwasseralgen in Europa, Asien, Nord- und Südamerika, *H. hyalothecae* Lagerh. (= *Fulminaria mucophila* Gobi), *H. Hedinii* Wille (= *Rhabdium acutum* Dang.), *H. intermedium* Atkinson, *H. adpressum* Scherffel und *H. viride* Scherffel.

Durch die Entdeckung der chromatophorenführenden Art *H. viride* Scherffel ist die Vermutung, daß die Gattung *Harpochytrium* eine apochromatische Alge darstellt, bestätigt worden. Die bisher bekannten 5 Arten bilden eine Gruppe wohlcharakterisierter und gut übereinstimmender Organismen, die die meiste Ähnlichkeit mit der Heterocontengattung *Characiopsis* aufweisen.

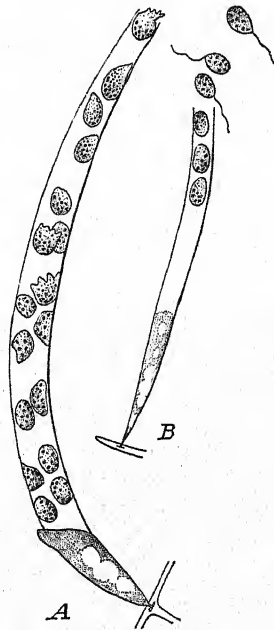


Fig. 304. *Harpochytrium Hedinii* Wille. A, B Zellen im Begriff Zoosporen zu entleeren. (Nach G. F. Atkinson.)

Ophiocytaceae.

Mit 4 Figuren.

Wichtigste Literatur: C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849. — A. Braun, Algae unicellularium gen. Lips. 1855. — J. B. de Toni, Sylloge Algae I, Patavii 1889, S. 585–86, 590–92. — A. Borzi, Studi Algologici, II, Palermo 1895. — K. Bohlin, Studier öfver Alggrupper *Conferveles* (Bih. t. sv. Vet. Akad. Handlingar, Bd. 23, Afd. III, No. 3, Stockholm 1897). — E. Lemmermann, Das Genus *Ophiocytium* (Hedwigia, Bd. 38, Dresden 1899). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, T. 1, Hamburg 1906. — R. Gerneck, Zur Kenntnis nied. Chlorophyceen (Beihefte z. Botan. Centralbl., Bd. XXI, Abt. 2, Dresden 1907). — H. Printz, Kristianiatriktens Protococcoideer (Vidensk. selsk. Skrifter, I, Mat.-naturv. Klasse,

No. 6, 1913, Kristiania 1914). — G. S. West, *Algae*, Cambridge 1916. — A. Pascher, *Heterokontae in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw.*, H. 11, 1925.

Merkmale. Die Zellen sind unbeweglich, ellipsoidisch bis zylinderförmig, gerade oder gebogen, ein- oder mehrkernig, an dem einen oder an beiden Enden mit einem Membranstachel versehen oder auch ganz ohne Membranstachel, festsitzend oder freischwebend, vereinzelt oder mehrere Generationen zu Kolonien vereinigt. Keine vegetativen Teilungen, Vermehrung durch Zoosporen und Aplanosporen.

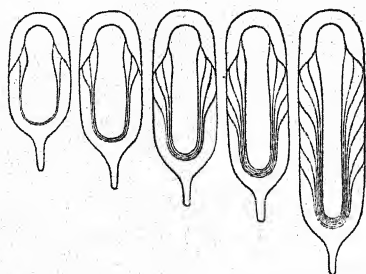


Fig. 305. Schematische Darstellung des Zuwachses der Zellenmembran bei *Ophiocytium*. (Nach K. Bohlin.)

krümmt, ja sogar mehrmals wie eine Spirale gewunden. Die Zellen leben entweder vereinzelt oder mehrere Generationen in zu verzweigten Kolonien vereinigt, indem sich die Zoosporen, welche aus der Mutterzelle austreten, an der Öffnung der leeren Zellhaut in Mehrzahl festsetzen, wo sie zu neuen Zellen heranwachsen. Dieser Vorgang kann sich mehrfach wiederholen, so daß größere Kolonien mit Zellen 2. und 3. Ordnung usw. entstehen. Die Zellwand besteht aus einem kurzen, übergreifenden, strukturlosen Deckel an dem oberen Ende und einem langen zylindrischen unteren Teil aus schräg verlaufenden Lamellen (Fig. 305). Wenn die Zellen in die Länge wachsen — eine Vergrößerung des Umfangs findet kaum statt —, so werden immer neue Membranstücke an die basale Hälfte angesetzt; es sind scheinbar eingeschaltete Ringe, aber in Wirklichkeit sind es fingerhutartige Stücke mit stark verdicktem Rande, welche den älteren basalen Teilen allmählich aufgelagert werden. In jeder Zelle gibt es viele wandständige, scheibenförmige, im optischen Querschnitt häufig H-förmig aussehende, blaßgrüne Chromatophoren ohne Pyrenoid, in jungen Zellen nur 1, in älteren und größeren Zellen mehrere wandständige Zellkerne; das Assimilationsprodukt ist nicht Stärke, sondern fettes Öl, und als Reservestoff kann außerdem Gerbstoff vorkommen. Vegetative Teilungen kommen nicht vor.

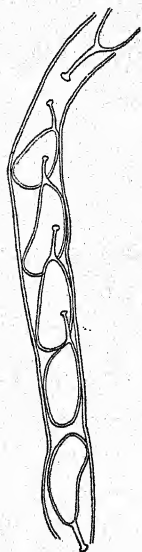


Fig. 306. *Ophiocytium majus* Nägl. Teil einer Zelle mit Autosporangien. (Nach Printz, 520/1.)

Die Zellen der Gattung *Bumilleriopsis* sind kürzer oder länger, meist etwas unregelmäßig zylindrisch, gerade oder leicht gebogen, mit abgerundetem oder nur schwach ausgezogenem Ende, stets ohne Stacheln. Membran dünn. In jeder Zelle immer nur 1 Zellkern, aber mehrere recht scharf hervortretende, linsenförmige Chromatophoren, ohne Pyrenoid.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Bildung von Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporen entstehen zu mehreren, bei *Ophiocytium* meist zu 8, bei *Bumilleriopsis* 1—16 in einer Mutterzelle und werden frei durch Absprengen eines Deckels; sie sind birnförmig, aber über die Geißeln herrscht keine volle Klarheit. Bei einigen Arten setzen die Zoosporen sich an der Mündung des Zoosporangiums fest und wachsen zu neuen Zellen aus; dadurch können Zellkolonien von mehreren Generationen quirlförmig angeordneter Zellen, deren Mutterzellen entleert sind, zustande kommen. Die Aplanosporen sind kugelig-oval und entstehen in einer Reihe nacheinander, bei *Bumilleriopsis* bisweilen zu 2 nebeneinander, durch Querteilung, 1—16 innerhalb einer Zelle, und werden durch Absprengung des Deckels frei; sie wachsen direkt zu neuen Zellen aus. Die Zoosporen können auch zu

Autosporen heranwachsen. Bei *Ophiocytium* könnten diese Aplanosporen manchmal besser Autosporen genannt werden, indem sie oft, bereits ziemlich weit ausgebildet, die Morphologie der Mutterzelle erkennen lassen (Fig. 306). Man kann an der Figur bemerken, daß die jüngeren Autosporen in bezug auf Polarität verschieden orientiert sind.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist noch nicht nachgewiesen. Die Teilung des Inhaltes einer Zelle in viele (32?) kleine Gameten (?) mit rotem Augenpunkte wird angegeben, das Austreten und eventuelle Kopulation ist aber nicht beobachtet worden. Von einigen Verfassern wird angenommen, daß die beobachteten zweigeißeligen Schwärmzellen eigentlich Gameten und die Zoosporen eingeißelig seien; dies ist aber noch nicht nachgewiesen.

Geographische Verbreitung. *Ophiocytium* ist kosmopolitisch in süßem Wasser und kommt von den arktischen bis zu den wärmsten Gegenden vor. Die *Ophiocytium*-Arten, mit Ausnahme von *O. arbuscula*, halten sich besonders an mäßig sauren Lokalitäten. *Bumilleriopsis* ist dagegen nur von zerstreuten Lokalitäten in Europa bekannt.

Verwandtschaftsverhältnisse. Die Arten der Gattung *Ophiocytium* sind miteinander so nahe verwandt, daß die Gattung *Sciadium* A. Br. nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Familie sind aber nicht leicht festzustellen. Zuerst A. Borzi, nach ihm K. Bohlin und die meisten neueren Algologen nehmen an, daß *Ophiocytium* mit der Gattung *Tribonema* Derb. et Sol. (*Conferva* [L.] Lagerh.) nahe verwandt sei; *Ophiocytium* wäre wohl nach dieser Ansicht als eine zur Einzelligkeit reduzierte *Tribonema* aufzufassen. Die Membranstruktur und die vielen Zellkerne bei *Ophiocytium* können in dieser Richtung gedeutet werden.

Ich finde aber, daß auch die ältere Auffassung, nach welcher *Ophiocytium* mit den Chlorotheciaceen verwandt sein sollte, noch nicht aufgegeben zu werden braucht. Durch Verlängerung einer *Characiopsis*- oder *Chlorothecium*-Zelle ist die Bildung eines *Ophiocytium* leicht vorstellbar; die Membranstruktur könnte sich auch durch lokalisiertes Membranwachstum aus z. B. *Chlorothecium* entwickelt haben. Die verlängerten, im vegetativen Stadium stets einkernigen Zellen von *Bumilleriopsis* können als Zwischenglied angesehen werden. Diese Gattung scheint aber auch einen Übergang zu *Bumilleria* zu bilden.

Einteilung der Familie.

- A. Zellen in vegetativen Stadien stets einkernig, Chromatophoren linsenförmig
 B. Zellen jedenfalls in älteren Stadien mehrkernig, Chromatophoren im optischen Längsschnitt förmig

1. Bumilleriopsis.

2. Ophiocytium.

1. **Bumilleriopsis** Printz in Vidensk. Selsk. Skrift, I, No. 6 (1914) 50 (Fig. 307). (*Ophiocytium* Gerneck p. p., Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen in Beiheft zum Botanischen Centralblatt, Bd. XXI, Abt. 2 [1907] 241). — Zellen freilebend, ellipsoidisch bis zylindrisch, oft ein wenig unregelmäßig, gerade oder leicht gebogen, 2–10mal länger als breit, mit abgerundeten oder schwach ausgezogenen Enden. Membran dünn, bisweilen mit einer feinen Membranverdickung an den Polen. Jede Zelle besitzt einen zentral oder fast zentral gelegenen Zellkern und mehrere recht scharf hervortretende, linsenförmige, parietale Chromatophoren; Pyrenoide sind nicht vorhanden. Stärke fehlt, dagegen ist in den Zellen Gerbstoff nachweisbar, und in älteren Zellen bisweilen Gipskristalle. Vermehrung durch Zoosporen, die in einer Anzahl von etwa 1–16 in jeder Zelle hintereinander oder bisweilen zu 2 nebeneinander entstehen können und durch Zerspaltung der Mutterzellwand (meist, aber nicht ausschließlich, an einem Pol) frei werden. Die Zoosporen sind ellipsoidisch, mit mehreren plattenförmigen, parietalen

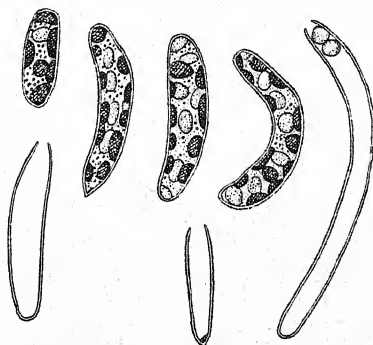


Fig. 307. *Bumilleriopsis brevis* (Gerneck) Printz. Zellen verschiedener Größe; unten zwei entleerte Aplanosporangien; rechts ein Aplanosporangium mit zwei noch nicht entschlüpften Aplanosporen. (Nach Printz, 780/1.)

len Chromatophoren, vorne angeblich mit nur einer Geißel, aber ohne Augenfleck. Sie kommen bald zur Ruhe und runden sich ab. Bisweilen kommen auch kugelige Aplanosporen vor.

Nur 1 Art, *B. brevis* (Gerneck) Printz (= *Ophiocytium breve* Gerneck) im Süßwasser in Europa.

2. *Ophiocytium* Nägeli, Gatt. einzell. Alg. (1849) 87 (Fig. 305, 306, 308). (Inkl. *Spirodiscus* Eichwald, Erst. Nachr. z. Infusorienkunde Rußlands in Bull. de l. Soc. imp. de nat. de Moscou, 20 [1847] 285; *Ophiothrix* Kützing, Species Algarum [1849] 237; *Brochidium*

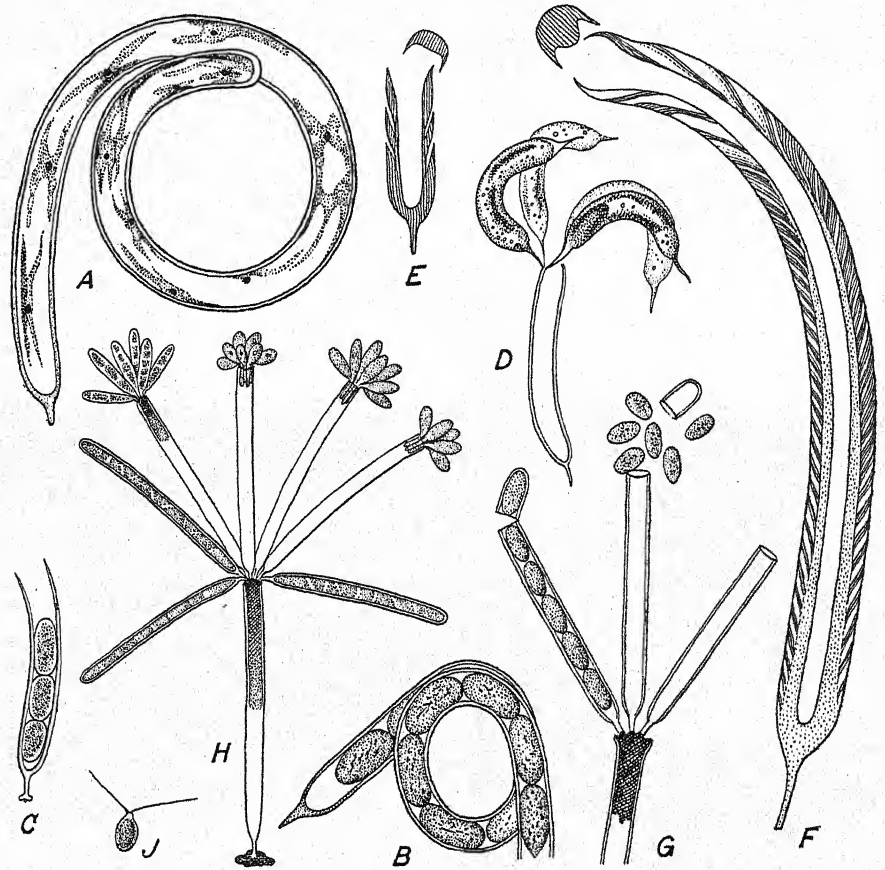


Fig. 308. A *Ophiocytium variabile* Bohlin, Vertellung der Kerne und der H-förmigen Chromatophoren. — B, C *O. cochleare* (Eichwald) A. Br. mit Aplanosporen. — D *O. cochleare* f. *bicuspidata* Borge. — E, F Membran zweier *Ophiocytium*-Zellen mit KOH behandelt. — G—J *O. arbuscula* A. Br. G Zellen mit Aplanosporen, H eine Kolonie, aus 3 Generationen bestehend, J Zoospore. (A—F nach Bohlin, A 360/1, B—E 600/1, F 630/1, G, H nach A. Braun, G 600/1, II, J 800/1.)

Perty in Bern. Mittheil. [1849] 147; *Closteridium* Reinsch, Familiae Polyedreorum Monogr. in Notarisia III [1888] 510; *Reinschiella* de Toni, Sylloge Algarum, Vol. I [1889] 612; *Sciadium* A. Braun in Kützing, Species Algarum [1849] 490, et Algar. unicell. gen. [1855] 106). — Zellen zylindrisch, gerade oder verschieden gebogen, halbmondförmig, S-förmig oder spiralgig gewunden, in jungen Stadien einkernig, in älteren mehrkernig, mit abgestumpften, bisweilen schwach angeschwollenen Enden oder an einem oder beiden Enden mit stiel- oder stachelförmigem Fortsatz; die Zellen sind entweder freischwimmend oder festsitzend, einzeln oder mehrere Generationen zu baumförmigen Kolonien vereinigt, indem die Zoosporen sich an der Mündung ihrer leeren Mutterzelle anheften und quirl- oder fächerförmig zu einer neuen Generation auswachsen, welche abermals eine Generation auf ganz dieselbe Weise bilden kann. In diesen Kolonien besteht

nur die letzte Generation aus lebenden Zellen. Die Zellwand besteht schon im Jugendstadium aus zwei ungleichen Hälften, dem unteren spitzen Teil und dem Deckel. Beim Wachstum der Zelle werden zwischen den unteren Teil und den Deckel immer neue »fingerlingartige« Membranstücke mit stark verdickten Rändern eingeschoben, so daß die Membran der erwachsenen Zellen scheinbar aus trichterförmigen, tütenartig ineinandergeschobenen Stücken und einem Deckel besteht. Die Zelle vermag kaum im Umfang sekundär zu wachsen. In jeder Zelle kommen mehrere gelbgrüne, im optischen Querschnitt H-förmige Chromatophoren mit oft unregelmäßigem Umriß vor. Pyrenoide fehlen, aber in den Chromatophoren sind oft rote oder gelbe Flecke vorhanden. Stärke fehlt, das Assimilat ist Öl. Keine vegetative Teilung. Vermehrung durch simultan in einer Anzahl von 4—8 entstehende Zoosporen, mit 1—2 plattenförmigen Chromatophoren und am Vorderende mit einem braungefärbten Augenfleck und wahrscheinlich 2 ungleich langen Geißeln. Sie schlüpfen aus der apikalen Spitze der Mutterzelle heraus, indem diese sich durch Verquellen der inneren Membranschichten mittels des Deckels öffnet. Sie keimen direkt zu neuen vegetativen Zellen heran. Die Zoosporen können auch innerhalb der Mutterzelle keimen und zu Autosporen heranwachsen. Außerdem sind kugelige Dauerzellen mit fester, oft rotbrauner, aus zwei Stücken bestehender Membran bekannt. Gameten vielleicht vorhanden.

21 Arten im Süßwasser in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Scadium* A. Braun in Kützing, Species Algarum, 1849, 490. Zellen meistens zu Kolonien vereinigt, immer festsitzend.

Sekt. II. *Euophiocytium* Wille in E. P. 1. Aufl., Nachtr. I, 2 (1909) 50. Zellen meistens freischwimmend und vereinzelt, nur selten zu Kolonien vereinigt.

Tribonemaceae.

Mit 5 Figuren.

Wichtigste Literatur: H. Itzigsohn, Über die Gattung *Psichohormium* (Flora, Bd. 37, 1854).

- A. Derbes et A. J. J. Solier, Mémoire sur quelques Points de la Physiologie des Algues, 1856.
- N. Wille, Algologische Mittheilungen. III. Über die Zellteilung bei *Conferva*. VI. Über die Ruhezellen bei *Conferva* (Pringsheims Jahrb., Bd. 18, Berlin 1887). — G. Lagerheim, Zur Entwicklungsgeschichte einiger Confervaceen (Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. 5, 1887); Studien über die Gattungen *Conferva* und *Microspora* (Flora, 1889). — F. Gay, Recherches sur le Développement et la Classification de quelques Algues vertes, 1891. — A. Borzi, Studi algologici II, Palermo 1895. — K. Bohlin, Studier öfver några slågten af Alggrupper Confervales Borzi (Meddelanden från Stockholms Högskola. Bihang till k. svenska Vet. Akad. Handlingar, 23, Afd. III, 1897). — A. Luther, Über *Chlorosaccus*, eine neue Gattung der Süßwasseralgen, nebst einigen Bemerkungen zur Systematik verwandter Algen (Bihang till k. svenska Vet. Akad. Handlingar, 24, Afd. III, 1889). — A. Scherffel, Kleiner Beitr. zur Phylogenie einiger Gruppen niederer Organismen (Bot. Ztg., 1901, 51, 143). — T. E. Hazen, The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the United States (Memoirs Torr. Bot. Club, XI, 1902). — W. Heering, Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins, 1. Teil, Heterokontae (Jahrb. der Hamburg. Wiss. Anst., XXIII, 1905, Hamburg 1906). — R. Gerneck, Zur Kenntnis niederer Chlorophyceen (Beih. zum bot. Centralbl., Bd. 21, 1907). — R. Chodat in Bull. de l'Herb. Boiss., 1908; Étude critique et expérimentale sur le Polymorphisme des Algues, 1909. — J. W. Snow, Two epiphytic Algae (Bot. Gazette, Bd. 51, 1911). — R. Chodat, Monographies d'Algues en Culture pure (Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse, Vol. IV, Fasc. 2, Berne 1913). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — B. M. Bristol, On the Alga-Flora of some desiccated english Soil: An important Factor in Soil Biology (Annals of Bot., Vol. XXXIV, 1920). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — A. Pascher, Heterokontae in Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11, 1925. — E. M. Poulton, Étude sur les Hétérokontes (Bull. Soc. Bot. Genève, Vol. XVII, 1925).

Merkmale. Zellen in unverzweigten, einfachen, in der Jugend oft festsitzenden, später freien Fäden mit mehreren gelbgrünen, scheibenförmigen Chromatophoren, ohne Pyrenoide und ohne Stärke. 1 Zellkern. Zellmembran aus Pektinsubstanzen gebildet; jede Zelle besteht aus zwei in der Mitte übereinandergreifenden Hälften, deren jede mit der anstoßenden der Nachbarzelle fest verbunden ist, so daß der ganze Faden aus lauter H-förmigen Stücken besteht. Zellmembran geschichtet und relativ dick. Ungeschlechtliche Vermehrung durch metabolische Zoosporen mit 2 ungleich langen Geißeln. Aplanosporen und Akineten bekannt.

Vegetationsorgane. *Tribonema* stellt lange, unverzweigte, einreihige Zellfäden dar, welche in der Jugend durch eine kleine basale Haftscheibe festsitzen; die Scheitelzelle ist konisch, bisweilen mit einer kegelförmigen Membranverdickung oder einem terminalen Stachel versehen; die übrigen Zellen sind zylindrisch oder schwach tonnenförmig angeschwollen. Die Membran besteht aus Pektinsubstanzen (zum Unterschied von den ähnlichen Ulotrichaceen, wo Zellulose vorkommt), ist relativ dick und geschichtet, von eigentümlicher Struktur, ähnlich wie bei *Ophiocytium*. Die Wand der Zellen ist aus zwei zylindrischen Stücken gebildet, welche in der Mitte der Zelle übereinander greifen, und hier ist die Verbindung ziemlich lose, so daß sie sich leicht voneinander lösen, dagegen sind korrespondierende Hälften zweier benachbarter Zellen fest miteinander verbunden; es entstehen so Doppelzylinder, welche von der Querwand der Zellen durchsetzt sind, und der ganze Faden besteht deshalb eigentlich aus lauter H-förmigen Stücken. Jedes Stück wird so aus einer Querwand mit zylindrischen, rohrförmigen Ansätzen an beiden Seiten gebildet. Alle Zellen sind teilungsfähig; bei der Teilung entsteht ein neues H-förmiges Stück im Innern der Mutterzelle. Es wird zunächst innen, dem Gürtelband anliegend, ein dünner, glatter Membranzylinder gebildet und quer über diesem wird die neue Querwand angelegt. Das anfänglich ziemlich kurze neue H-Stück wird nach beiden Seiten dadurch verlängert, daß neue Membranschichten innen an dasselbe angelagert werden. Gleichzeitig wachsen die Zellen in die Länge, und damit schieben sich die älteren Membranstücke auseinander und lassen auch das jüngere an die Oberfläche kommen. In jeder Zelle befinden sich 1, selten 2 Zellkerne und mehrere bis viele parietale, gelbgrüne, scheibenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid und ohne Stärke. Das Assimilat ist Öl.

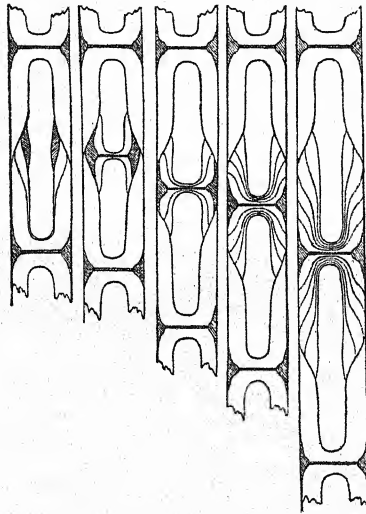


Fig. 309. Schematische Darstellung des Membranzuwachses bei *Tribonema*. (Nach K. Bohlin.)

bran, wachsen heran und sprengen die Mutterzellwand. Letztere reißt durch einen Ringriß etwa in der Zellmitte auseinander, die beiden Hälften werden durch die wachsenden Tochterzellen auseinandergeschoben und bilden dadurch eine Kappe an jedem Ende der neuen Zellgeneration (Fig. 310). Der Zusammenhang des Fadens ist demnach nur ein sehr loser, und die Fäden sind meist relativ kurz, gewöhnlich nur aus 4–8 Zellen bestehend; gelegentlich kommen jedoch längere Fäden vor. Die Zellteilungen sind anfangs senkrecht zur Längsachse des Fadens, später bei beginnendem Zerfall des Fadens auch parallel, wodurch mehrreihige Fäden entstehen, in denen sich die Zellen aber bald abrunden. Die Membran von *Bumilleria* ist oft etwas dünner als bei *Tribonema*, und häufig von einer distinkten, kontinuierlichen Gallertscheide umgeben. Die Struktur der Zellmembran tritt besonders deutlich bei kurzer Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure, Auswaschen und nachheriger Färbung mit Methylenblau hervor.

Im Anhang habe ich die zwei nur ungenügend bekannten Gattungen *Monocilia* und *Aeronemum* aufgenommen. Sie bilden beide meist \pm verzweigte, bisweilen zu parenchymatischem Polster vereinigte Zellfäden, oft mit vorzugsweise apikalem Wachstum. Die Membran ist sehr dünn, aber im inneren Bau der Zellen stimmen sie mit dem der vorher erwähnten Gattungen überein.

Ungeschlechtliche Vermehrung tritt unter verschiedenen Formen auf, und das Verhältnis der verschiedenen Vermehrungsweisen zueinander variiert nach Art und Umwelt. Zoo-

sporen entstehen bei *Tribonema* zu 1 bis 2, sehr selten mehreren bis 5 in jeder Zelle, bei *Bumilleria* 2 bis 4 und bei *Monocilia* zahlreiche. Sie werden durch Zerreißen der Mutterzellmembran in dem H-förmigen Stücke frei. Die Zoosporen sind ei- bis birnförmig, sehr metabolisch, mit einem roten Stigma am Rande eines Chromatophoren versehen, haben zwei ungleich lange Geißeln, zwei oder mehrere Chromatophoren. Sie keimen entweder direkt oder werden zu Hypnosporen. Bei *Bumilleria* wachsen die Zoosporen, ohne sich zu befestigen, zu einem neuen Zellfaden aus (Fig. 310 D—F), während sie bei *Tribonema* sich erst an einem Substrat amöboid festsetzen. Statt Zoosporen werden oft unbewegliche, kugelige bis ellipsoidische Aplanosporen gebildet, welche in derselben Weise wie die Zoosporen entstehen und ausgestoßen werden. Die Aplanosporen keimen, indem ihre Membran durch einen Querriß zersprengt wird, und wachsen direkt zu neuen Fäden heran. Akineten werden dadurch gebildet, daß die innere Schicht der vegetativen Zellmembran sich stark

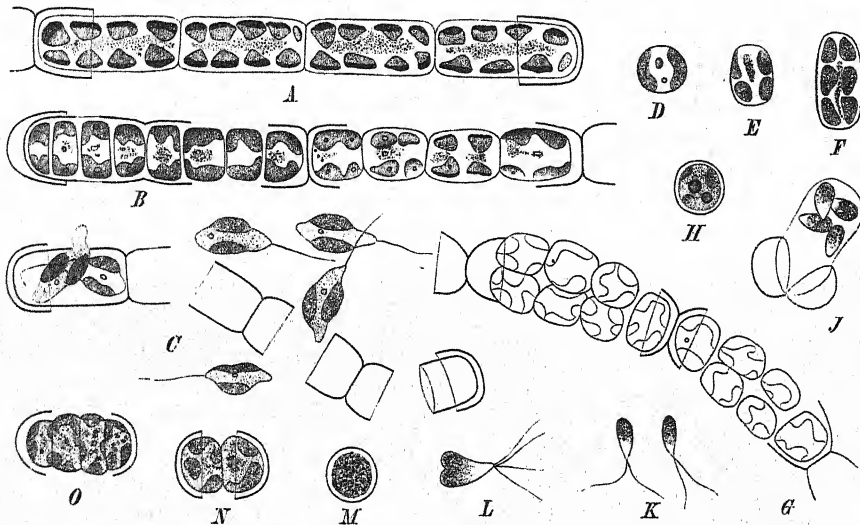


Fig. 310. *Bumilleria Borziana* Wille. A ein vegetativer Faden; B Teilungsstadien eines ebensolchen; C Zoosporenbildung; D—F keimende Zoosporen; G Bildung der Gametenmutterzellen; H eine freie Gametenmutterzelle; J Gametenbildung; K Gameten; L kopulierende Gameten; M Zygospore; N, O Keimungsstadien von Zygosporen. (Nach Handzeichnungen von Borzi, Mscr.)

verdickt und danach die äußeren verschleimen, worauf die Akineten auseinanderfallen und beim Keimen in der Richtung des Mutterfadens auswachsen. Sie sind mit Reservestoffen gefüllt und ertragen eine längere Ruhezeit. Besonders bei *Bumilleria* sind Vermehrungs- akineten beim Zerfall der Fäden in kürzere Stücke oder einzelne Zellen eine häufige Erscheinung; durch die ganze Struktur der Fäden ist ein solches Zerfallen besonders erleichtert. Es kommt auch sehr allgemein vor, daß die Zellfäden an ihrer äußeren Seite mit Kalk und Eisenablagerungen inkrustiert werden und überwintern, worauf dann bei Beginn der neuen Vegetationsperiode die äußere inkrustierte Schicht sich mit einem ringförmigen Riß öffnet und die überwinterten Zellen sich sodann zu neuen Fäden entwickeln (*Psichohormium*). Die bei *Tribonema* angegebenen *Palmella*-Stadien sind noch etwas unklar. Eine Art Akineten werden bei *Tribonema* dadurch gebildet, daß das eine Ende der Zelle sich ausbuchtet, sich mit Inhalt füllt und durch eine Querwand von dem inhaltsärmeren Teil der Zelle abgegrenzt wird, die Membran sich verdickt und die Verbindung mit dem Mutterfaden gelöst wird.

Geschlechtliche Fortpflanzung ist sowohl bei *Bumilleria* wie bei *Tribonema* angegeben, ist jedoch etwas unsicher. Nach Borzi's Angaben teilen sich bei *Bumilleria* die vegetativen Zellen erst in der Quer- und Längsrichtung in eine Anzahl von Gametenmutterzellen (Fig. 310 G). Die Gameten sind ei-birnförmig, haben am vorderen Ende 2 Geißeln und treten durch einen ringförmigen Riß in der Muttermembran aus. Sie verschmelzen mitein-

ander zu zweien und bilden eine runde Zygote (Fig. 310 M), die sich mit einer dicken, glatten Membran umgibt und als Zygospore lange ruhen kann. Auch bei *Tribonema* ist eine Kopulation von Isogameten wahrgenommen worden; es scheint aber, daß hier die ♀ Gameten zur Ruhe gelangen, bevor die Kopulation stattfindet. Die Zygote ist rundlich, mit einer farblosen, festen Haut und mehreren gelblichen, parietalen Chromatophoren. Gametenbildung scheint überhaupt nur selten einzutreten, und die Sache bedarf weiterer Nachforschung.

Die Keimung der Zygote von *Bumilleria* geschieht angeblich in der Weise, daß die äußere Membran mit einem runden Querriß zerreißt, worauf der Inhalt sich zuerst in 2, sodann in 4 Zellen teilt, die an ihren Enden von je einer Membranhälfte der Zygote wie von einer Kappe umgeben sind (Fig. 310 M—O).

Geographische Verbreitung. Die Gattung *Tribonema* ist in allen Weltteilen allgemein verbreitet, besonders in stehendem oder langsam fließendem Wasser. *Bumilleria* ist seltener, auf feuchter Erde und im Süßwasser, gelegentlich aber in großen Massen in kleinen Tümpeln gefunden worden und dürfte ebenfalls eine weite Verbreitung haben.

Verwandtschaftsverhältnisse. *Bumilleria* und *Tribonema* sind verwandte Gattungen, die sowohl mit den Ophiocytaceen wie den Chlorotheciaceen in genetischer Verbindung stehen. Aus den letzteren können sie durch Verlängerung der Zellen und eintretende vegetative Teilungen entstanden sein. Vielleicht kann *Bumilleriopsis* als eine Zwischenform angesehen werden. Die verzweigten Gattungen *Monocilia* und *Aeronemum* stehen mehr isoliert und wären vielleicht am besten als Vertreter einer eigenen Familie anzusehen. Sie sind aber noch so ungenügend bekannt, daß sich darüber nichts Sicheres sagen läßt, und die Beantwortung der Frage muß deshalb bis auf weiteres verschoben werden.

Einteilung der Familie.

- A. Fäden stets unverzweigt.
 - a. Fäden jung festsitzend, aus zahlreichen Zellen bestehend 2. *Tribonema*.
 - b. Fäden auch in der Jugend nicht festsitzend, meist nur aus 4 oder 8 Zellen bestehend 1. *Bumilleria*.
- B. Fäden verzweigt.
 - a. Fäden kriechend, frei, ohne Gegensatz zwischen Spitze und Basis 3. *Monocilia*.
 - b. Fäden oft zu einem parenchymatischen Lager vereinigt, mit apikalem Wachstum 4. *Aeronemum*.

1. *Bumilleria* Borzi in Notarisia, III (1888) 351 (Fig. 310). (Inkl. *Hormotheca* Borzi in Martel, Contribuzione Algologia italiana [1885] 12). — Fäden relativ kurz, einfach, unverzweigt, ohne Gegensatz zwischen Scheitel und Basis, meist nur aus 4—8, unter Umständen auch aus mehreren, nur locker zusammenhängenden, elliptisch-zylindrischen Zellen gebildet. Alle Zellen sind teilungsfähig. Bei der Zellteilung zerreißt die äußere Membranschicht der Mutterzelle ringförmig in H-förmige Stücke, und die beiden Hälften derselben umgeben dann die Enden der neuen Generation gleich zwei Kappen. Teilungen anfangs senkrecht zur Längsachse, später, bei beginnendem Zerfall des Fadens, auch parallel, wodurch mehrreihige Fäden entstehen, in denen sich die Zellen aber bald abrunden. Die vegetativen Zellen enthalten einen Zellkern und mehrere, 2—10, scheibenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid und Stärke. Das Assimilat ist Öl. Ungeschlechtliche Vermehrung durch etwas plattgedrückte, metabolische, mit einer langen und einer kurzen Geißel versehene Zoosporen, welche zu 2 oder 4 in jeder Mutterzelle entstehen, und durch ringförmiges Zerreißen der Muttermembran frei werden; die Zoosporen können, ohne sich zu befestigen, entweder direkt zu neuen Individuen heranwachsen oder zu Hypnosporen werden. Aus diesen Dauerzellen gehen, nach Borzi's Angaben, zweigeißelige Gameten hervor, aber dies ist noch nicht sichergestellt. Akineten entstehen durch Lostrennen einzelner vegetativer Zellen entweder direkt oder nach Quer- und Längsteilungen.

5 Arten im Süßwasser und auf feuchter Erde in Europa; z. B. *B. sicula* Borzi und *B. erilis* Klebs.

2. *Tribonema* Derbes et Solier, Mém. sur quelques Points Physiol. des Algues (1856) 18 (Fig. 309 und Fig. 311). (Inkl. *Conferva* L. auct. pl.; *Tiresias* Ag. p. p. auct. pl.). — Zellen zu einfachen, unverzweigten, vielzelligen Fäden vereinigt, die in jüngeren Stadien mit einem Stiele festsitzen; die apikale Zelle ist kegelförmig oder mit einem Stachel versehen. Die übrigen Zellen meist schwach tonnenförmig-zylindrisch mit relativ dicker, aus H-förmigen

Stücken bestehender Membran. Jede Zelle wird von zwei H-Stücken gebildet, welche in der Mitte der Zelle übereinandergreifen. Bei jeder Zellteilung wird ein neues H-Stück angelegt; zuerst entsteht, dem Gürtelband anliegend, ein dünner Membranzylinder, und an diesen setzt sich die neue Querwand an, die das Mittelstück des H-förmigen Teils bildet. Die Zellen enthalten mehrere bis viele, kleine, meistens scheibenförmige, parietale Chromatophoren ohne Pyrenoid und bilden Öl als Assimilationsprodukt. Sie sind einkernig, selten zweikernig. Ungeschlechtliche Vermehrung durch monosymmetrische, metabolische Zoosporen, die zu 1 oder 2, selten mehreren in jeder Mutterzelle entstehen. Sie haben 2 ungleich lange Geißeln, einen Augenfleck, 2 oder mehrere Chromatophoren und werden durch Aufbrechen der Zellmembran und Zerfall derselben in H-förmige Stücke frei. Sie

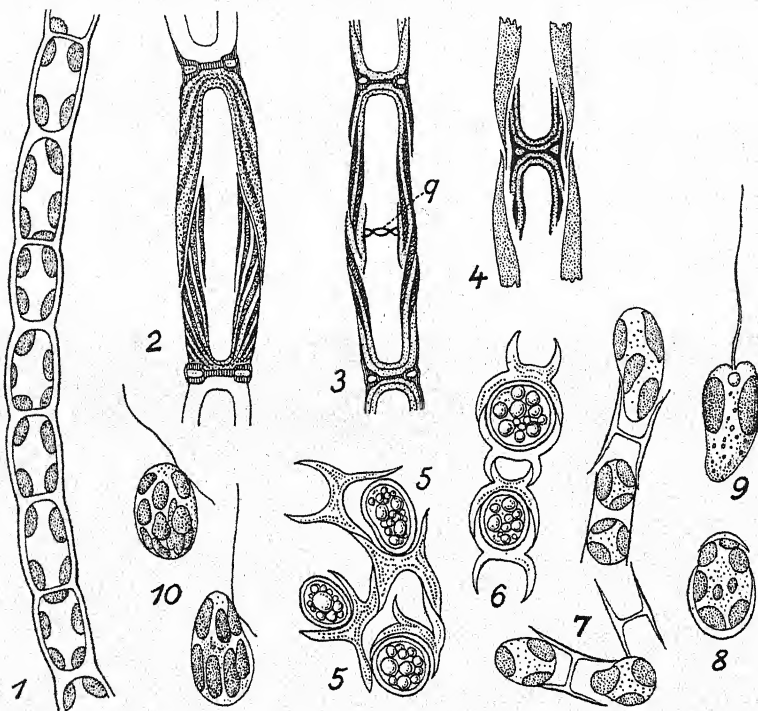


Fig. 311. 1-8 *Tribonema bombycinum* (Ag.) Derb. et Sol. 1 Vegetativer Faden; 2-4 Zellwandbildung, bei *q* eine junge Querwand; 5, 6 Aplanosporenbildung; 7, 8 Aplanosporen direkt keimend. — 9 *T. minus* (Wille) Hazen, Zoospore. — 10 *T. bombycinum* (Ag.) Derb. et Sol., Zoospore. (Nach Oltmanns.)

keimen sofort, indem sie sich auf dem Substrat festsetzen, das Hinterende wird Haftscheibe, das Vorderende Scheitel des jungen Fadens. Geschlechtliche Fortpflanzung vorhanden, indem eine ♀ zur Ruhe gekommene und abgerundete Gamete eine bewegliche ♂ aufnimmt und eine runde, glattwandige Zygote bildet. Das weitere Verhalten der Zygote ist unbekannt. Sowohl Akineten wie Aplanosporen kommen vor und können entweder ruhen oder direkt keimen.

Etwa 12 Arten in süßem Wasser in allen Weltteilen und in den arktischen und antarktischen Gegenden. Die gewöhnlichsten Arten sind: *T. bombycinum* (Ag.) Derb. et Sol. und *T. minus* (Wille) Hazen. Die Artumgrenzung ist ganz unsicher und unbefriedigend und bedarf dringend einer näheren Studiums.

Anhang. Monocillaceae.

Kurze, unverzweigte oder verzweigte, kriechende Fäden; die Zellen 1kernig mit dünner Membran, mehreren parietalen, hellgrünen, scheibenförmigen Chromatophoren, ohne Pyrenoid. Vermehrung durch Zoosporen, die zu vielen in jeder Mutterzellen entstehen, mit 2 ungleich langen Geißeln. Aplanosporen und Akineten kommen vor.

3. **Monocilia** Gerneck in Beih. Bot. Ctbl., Bd. 21, II (1907) 263 (Fig. 312). (Inkl. *Heterococcus* Chodat in Bull. de la Soc. Bot. de Genève [1908] 81; Etude crit. et exp. polymorph. des Algues, Genève [1909] 74, Pl. V, VI; Monogr. Alg. pure, Berne [1913] 177). — Der Thallus besteht aus kurzen, unverzweigten oder nach allen Richtungen wenig verzweigten Fäden ohne Gegensatz zwischen Spitze und Basis. Die Zellen sind meistens kurz, zylindrisch oder tonnenförmig, sie sind alle teilungsfähig. Haarbildungen

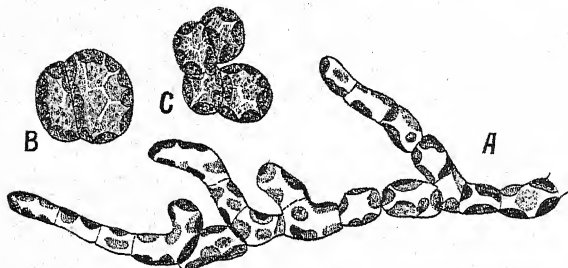


Fig. 312. *Monocilia viridis* Gerneck. A Verzweigter Faden; B, C Palmella-Stadien. (Nach Gerneck, 520/1.)

fehlen. Der Chromatophor besteht aus mehreren parietalen, scheibenförmigen Chlorophyllkörnern ohne Pyrenoide. Das Assimilationsprodukt ist fettes Öl. Zoosporen werden viele in jeder Zelle gebildet, sind lang-eiförmig bis zylindrisch, etwas schief, mit 2 ungleichen Geißeln und Stigma. Es sind sowohl Makro- wie Mikrozoosporen angegeben. Die Aplanosporen sind kugelig und werden viele in jeder Mutterzelle gebildet. Vermehrungsakineten entstehen dadurch, daß die Zellen sich aus dem Verbande lösen; bei der Keimung entsteht ein *Palmella*-Stadium mit Teilungen in drei Richtungen.

2 Arten, *M. viridis* Gerneck (= *Heterococcus viridis* Chod.) und *M. flavescens* Gerneck aus Süßwasserkulturen in Europa bekannt. Über ihr natürliches Vorkommen wissen wir nichts. Es handelt sich wohl um eine in Reduktion begriffene Fadenalge.

4. **Aeronemum** Snow in Bot. Gazette, Vol. 51 (1911) 367 und Vol. 53 (1912) 347 (Fig. 313). — Thallus sehr polymorph, entweder aus verzweigten Fäden bestehend, deren Glieder sich bisweilen abrunden, so daß die Fäden in Stücke zerfallen, oder er kann auch,

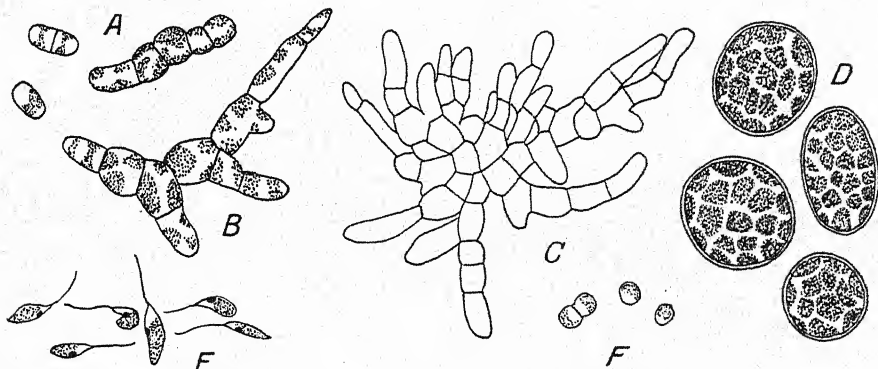


Fig. 313. *Aeronemum polymorphum* Snow. A, B Junge Fäden; C älteres Stadium; D einzellige Stadien; E Zoosporen; F Keimungsstadien der Zoosporen. (Nach J. W. Snow.)

je nach der Umwelt, größere oder kleinere parenchymatische Lager bilden, oder die Zellen kommen einzeln vor, als kugelige-ellipsoidische *Botrydiopsis*-ähnliche Stadien. Die Fäden und deren Zweige wachsen apikal. Zellen zylindrisch-abgerundet, in jeder mehrere hellgrüne, parietale, plattenförmige Chromatophoren ohne Pyrenoid. Stärke fehlt. 1 Zellkern. Vermehrung durch metabolische, fast spindelförmige Zoosporen, welche zu 8—16—32 in einer Mutterzelle sukzedan entstehen. Sie haben eine Geißel, einen Chromatophor und einen Augenfleck, werden durch Verschleimung der Muttermembran frei und keimen alsbald.

1 Art, *A. polymorphum* Snow epiphytisch auf Moosen und Lebermoosen, auf Blumentöpfen usw. in Gewächshäusern in der Schweiz und in Amerika gefunden.

Die Gattung ist noch ungenügend bekannt und ist vielleicht mit der vorhergehenden zu vereinigen.

Botrydiaceae.

Mit 2 Figuren.

Wichtigste Literatur: J. Rostafinski und M. Woronin, Über *Botrydium granulatum* (Bot. Ztg., Leipzig 1877). — G. Klebs, Die Beding. d. Fortpflanzung bei einigen Algen u. Pilzen. Jena 1896. — L. Iwanoff, Zur Entwicklungsgesch. von *Botrydium granulatum* (Arb. d. k. St. Petersburg. Ges. d. Naturf., 1898). — Fr. v. Wettstein, *Geosiphon* F. Wettst., eine neue, interessante Siphonacee (Österr. bot. Zeitschr., 1915). — G. S. West, Algae, Cambridge 1916. — Ch. Janet, Sur le *Botrydium granulatum* (C. R. Ac. Sc. Paris, 1918); Sur le *Botrydium granulatum*, Limoges 1918. — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Jena 1922–23. — F. E. Fritsch and Fl. Rich., Contributions to our Knowledge of the Freshwater Algae of Africa. 4. Freshwater and Subaerial Algae from Natal (Transact. of the Royal Society of South Africa, Vol. XI, 1924). — M. O. Parthasarathy Iyengar, Note on two new Species of *Botrydium* from India (Journ. of the Indian Botanical Society, 1925). — A. Pascher, Heterokontae in Die Süßwasserfl. Deutschlands usw., H. 11, 1925. — R. Kolkwitz, Zur Ökologie und Systematik von *Botrydium granulatum* (L.) Grev. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. 44 [1926] 533).

Merkmale. Thallus einzellig, groß, blasenförmig, bisweilen lappig verzweigt, vielkernig, mit verschmälertem Stiel, der in reich verzweigte, farblose, unterirdische Rhizoiden übergeht. Chromatophoren zahlreich, scheiben- bis spindelförmig. Vermehrung durch Zoosporen mit 2 ungleich langen Geißeln. Dauersporen werden in den unterirdischen Rhizoiden gebildet.

Vegetationsorgane. Der makroskopische, grüne, einzellige Thallus besteht aus einem kugeligen oder birnförmigen, bisweilen in dicke, kurze Lappen geteilten, oberirdischen Teil, der mittels reich dichotomisch verzweigter, unterirdischer, farbloser Rhizoiden befestigt ist. Die Membran ist dünn oder dick, gelegentlich deutlich geschichtet. Das Zellinnere wird von einer großen Zellsaftvakuole eingenommen, und in dem protoplasmatischen Wandbelag liegen zu äußerst zahlreiche scheiben- bis spindelförmige Chromatophoren, welche nach Klebs in jungen Zellen Pyrenoide enthalten. Diese verschwinden später und führen niemals Stärke. Zahlreiche sich mitotisch teilende Zellkerne liegen im Plasma hinter den Chromatophoren. Das Protoplasma mit vielen Zellkernen erstreckt sich in die feinsten Verzweigungen der farblosen, unterirdischen Rhizoiden hinein.

Ungeschlechtliche und vegetative Vermehrung. Zoosporen entstehen bei *Botrydium* in der einfachsten Weise durch simultane Teilung des Plasmas der vegetativen Zelle, und zwar in großer Anzahl. Sie treten durch eine Öffnung an der Spitze aus, indem die Zellwand nach oben zu gallertartig anschwillt (Fig. 314, 2), sind gestreckt eiförmig, besitzen 2 Chromatophoren, am Vorderende 2 ungleich lange Geißeln, aber keinen roten Augpunkt. — Die Zoosporen können sich entweder direkt zu einer vegetativen Pflanze entwickeln, welche Ausstülpungen treiben und sich durch deren Abschnürung vermehren kann, oder sie bilden sich zu Dauersporen mit doppelter Membran um, welche nach längerer Ruhe unter Sprengung der Membran zu einer oft etwas verzweigten Pflanze auswachsen. Weitere Komplikationen entstehen im Zusammenhang mit den äußeren Lebensbedingungen dadurch, daß an der vegetativen Pflanze bei Trockenheit oder starker Besonnung der größte Teil des chlorophyllhaltigen Protoplasmas sich im Wurzelteile ansammelt und dort eine Anzahl runder oder ovaler Cysten bildet. Bei Austrocknen zieht sich der Protoplasmainhalt der Blase in das unterirdische Rhizoid zurück. Hier zerfällt dann der Protoplast in zahlreiche Cysten, die reihenweise nacheinander liegen; bei einer Art, *B. tuberosum*, dagegen werden sie einzeln als eine kugelige Anschwellung am Ende der Rhizoiden gebildet. Jede der so entstandenen Cysten dürfte mehrere Kerne enthalten. Nach den gewöhnlichen Angaben umgeben sich diese Cysten mit einer eigenen, neuen, meist recht dicken Membran; Fritsch und Rich (1924) behaupten dagegen, daß die Cysten durch Querwände, welche von der Rhizoidenwand angelegt werden und die Protoplasamassen in Teile zerschneiden, gebildet werden. Die Frage bleibt offen. Diese Cysten können je nach Umständen entweder 1. im Wasser Zoosporen bilden oder 2. auf feuchter Erde direkt zu vegetativen Pflanzen auswachsen oder 3. in der Erde keimend zu Hypnosporen werden, d. h. zu einer oben kugeligen, sehr dickwandigen Ruheform der vegetativen Pflanze, welche später Zoosporen erzeugt.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von beweglichen Isogameten ist für *Botrydium* angegeben, ist aber sehr unsicher.

Geographische Verbreitung. Die Vertreter der Gattung *Botrydium* wachsen meist herdenweise beisammen auf feuchtem Boden, vornehmlich Lehm Boden, und kommen kosmopolitisch vor.

Von dieser Familie ist bisher nur eine Gattung mit Sicherheit bekannt:

Botrydium Wallroth in Ann. bot. (1815) 153 (Fig. 314). (*Ulva* L. p. p. [*U. granulata*]. Spec. Plant. Tom. II, 1763, 1633, No. 10; *Tremella* Weis, Plant. cryptogam. Fl. Goettingen-

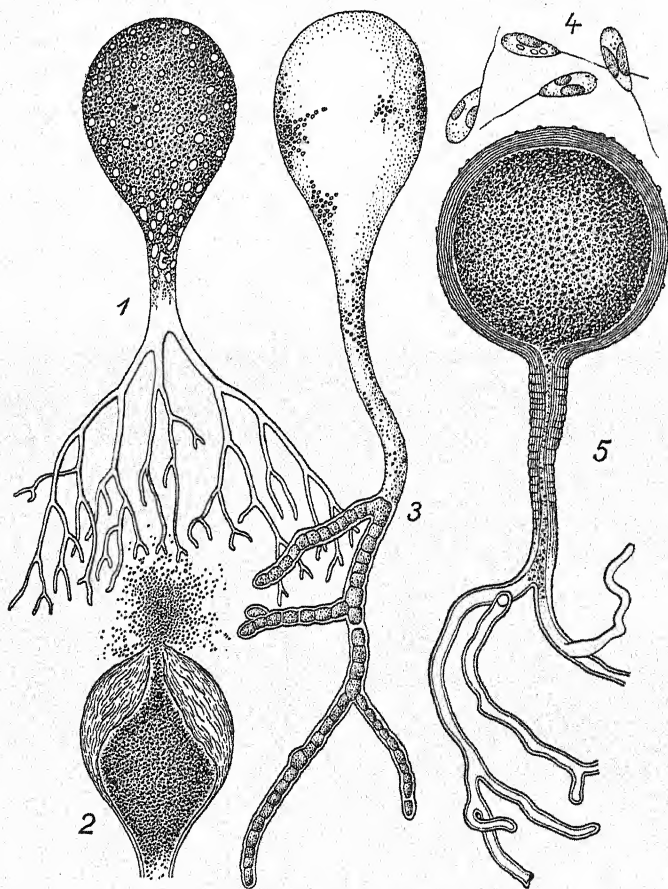


Fig. 314. 1–4 *Botrydium granulatum* Rostafinski et Woronin, 1 Vegetative Pflanze; 2 Bildung und Entleerung von Zoosporen; 3 Cystenbildung in den Rhizoiden; 4 einzelne Zoosporen. — 5 *B. Wallrothii* Kütz. (Nach Rostafinski und Woronin.)

sis [1770] 28; *Linckia* Wiggers, Primit. Flor. Holsatiae [1788] 94; *Vaucheria* Agardh p. p., Dispos. Algar. Sueciae [1810–12] 22; *Hydrogastrium* Desv., Flor. Angl. [1810] 19; *Rhizococcum* Desmaz. in Ann. Sc. Nat. Botan. Ser. 1, Vol. XXII, 217; *Coccochloris* Spreng., Syst. IV 372; *Protococcus* Kützinger p. p., Phycolog. gener. [1843] Tab. VII, Fig. 1 et Tabulae Phycolog. I [1849] 2, No. 8, 9, Tab. II.) — Die Zelle bildet eine große grüne Blase, welche im Erdboden mit reich verzweigten, farblosen Rhizoiden befestigt ist. Im wandständigen Protoplasma gibt es zahlreiche Zellkerne und linsen- bis spindelförmige Chromatophoren, die in der Jugend angeblich pyrenoidführend sind, später nicht mehr. Die vegetativen Zellen werden direkt zu Zoosporangien umgebildet, öffnen sich im Scheitel durch ein Loch

und lassen zahlreiche eiförmige Zoosporen ausschlüpfen; die Zoosporen haben 2 ungleich lange Geißeln und 2 Chromatophoren, aber kein Stigma. Hypnocysten (Aplanosporen?) können in den Wurzelfortsätzen, wohin alles Protoplasma wandert, entstehen; sie haben dicke Membranen und mehrere (?) Zellkerne; nach einer Ruheperiode bilden sie Zoosporen oder wachsen direkt zu neuen Pflanzen aus.

4 Arten, *B. granulatum* (L.) Grev. (inkl. *B. aequinoctiale*) mit dünner und *B. Wallrothii* Kütz. mit dicker Zellwand. Beide wachsen auf feuchtem Boden, besonders Lehm, das erstgenannte wohl kosmopolitisch verbreitet.

Botrydium divinum Iyengar und *B. granulatum* Iyengar sind bisher nur aus Indien bekannt.

Anhang.

Geosiphon F. v. Wettstein in Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 65 (1915) 152 (Fig. 315). (*Botrydium* Kützing, p. p., Tabulae Phycologicae, Nordhausen 1845—1871, VI, 19, Tab. 54, Fig. 3 und Species Algarum, Leipzig 1849, 485). — Der Thallus stellt eine einzige polyenergetische Zelle dar, die in oberirdische Teile, die birnförmige Blasen darstellen, und in ein reichverzweigtes, unterirdisches Rhizidengeflecht differenziert ist. Ein Individuum bildet eine große Anzahl Blasen, welche durch die Rhizoiden verbunden sind. Ein Hauptrhizoid vorhanden, von diesem zweigen Seitenrhizoiden ab, die zum Teil mit oberirdischen Blasen enden. Die Blasen treiben öfters neue Rhizoiden aus, so daß jede Blase an der Basis 2—3 Rhizoiden besitzt. Die Membran ist relativ dick, besteht aus Chitin und zeigt deutliche Schichtung. Weder in den Blasen noch irgendwo im ganzen Rhizidengeflecht finden sich Querwände. Die Rhizoiden sind ganz mit Plasma gefüllt, die Blasen dagegen sind nur von einer sehr dünnen Protoplasmaschicht an der Innenseite der Wand bekleidet. Das ganze übrige Innere wird von einer Zellsaftvakuole eingenommen, durch welche Plasmastränge laufen. Zahlreiche kleine Zellkerne sind im ganzen Wandbelag verteilt, auch in den Rhizoiden. Vermehrung durch Sprossung, eine andere Vermehrungsweise ist nicht beobachtet. Kugelförmige Thallusteile vorhanden, welche mit Öl als Reservestoff und Pyrenoid-ähnlichen Körpern in großen Mengen angefüllt sind. Chromatophoren fehlen, als Stoffwechselprodukt tritt Öl auf. Die Alge lebt stets symbiotisch mit einer *Nostoc*, die in den oberirdischen Blasen kleinere Lager bildet; sie ist nie ohne *Nostoc* gefunden, die selbst in den kleinsten Blasen zu sehen ist.

Einzige Art: *G. pyriforme* (Kütz.) Fr. Wettst. (= *Botrydium pyriforme* Kütz.) auf Krautfeldern bei Kremsmünster in Oberösterreich, auf lehmigem Boden in Nordhausen am Harz und auf einem Stoppelacker in der Nähe von Bautzen in der Lausitz gefunden, hat aber wahrscheinlich eine weitere Verbreitung.

Dieser eigenartige Organismus stellt vielleicht eine heterotrophe Form von *Botrydium* dar; morphologisch stimmen die beiden in den vegetativen Organen, wenn man von der Apochlorose absieht, ganz gut überein. Es ist jedoch ein besonders merkwürdiges Ergebnis, daß ihre Membran aus Chitin besteht, da bis jetzt Ähnliches bei keiner Chlorophyceen beobachtet ist. Doch möchte ich der Vollständigkeit halber erwähnen, daß etwas Chitin auch in der Mittelschicht der Zygotenmembran von *Zygnema* festgestellt ist (Tiffany 1924). Das Wachstum von *Geosiphon* in anorganischer Nährlösung zeigt, daß die an sich heterotrophe Zelle mit den Assimilaten der *Nostoc* vollkommen auskommt. Die *Nostoc* geht außerhalb der Zelle zugrunde, ist also physiologisch bereits unselbstständig, trotzdem sie morphologisch von einer frei lebenden Form nicht zu unterscheiden ist. Bis weitere Nachrichten vorliegen, bin ich geneigt, diese Gattung *Botrydium* an die Seite zu stellen.

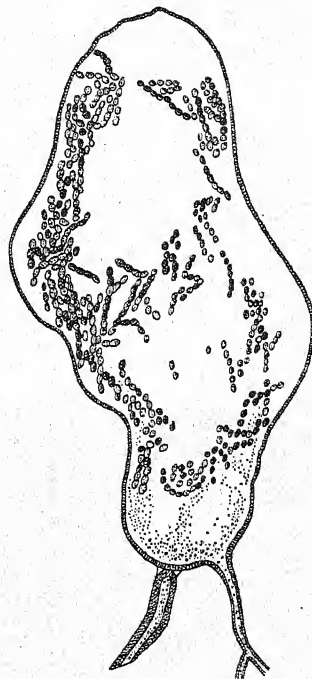


Fig. 315. *Geosiphon pyriforme* (Kütz.) Wettstein. Pflanze im Längsschnitt. (Nach Wettstein.)

Charophyta

von

Henrik Printz.

Die Abteilung enthält nur eine Familie:

Characeae.

Mit 22 Figuren.

Wichtigste Literatur: G. Thuret, S. l. anthéridies des Cryptogames (Ann. d. sc. nat. T. 16. Bot. Paris 1851). — A. Braun, Über d. Richtungsverhältnisse d. Saftströme in den Zellen d. Charen (Monatsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1852—1853). — F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae, Bd. 7, Nordhausen 1857. — C. Nägeli, Über die Rotationsströmung der Charen (Beitr. zur wissensch. Botanik, 3, 1860). — L. J. Wahlstedt, Om Characeernas knoppar och öfvervintring, Lund 1864. — J. Sachs, Lehrbuch der Botanik, Leipzig 1868, nebst folg. Auflagen. — N. Pringsheim, Über d. nacktfüßigen Vorkeime d. Charen (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 3, Leipzig 1864). — O. Nordstedt, Några iakttagelser öf. Characeernas groning (Lunds Univ. Årsskrift, T. 2, Lund 1865). — A. de Bary, Über den Befruchtungsvorgang bei d. Charen (Monatsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1871); Zur Keimungsgeschichte d. Charen (Bot. Ztg., 1875). — A. Braun, Characeen (in: Kryptogamen-Flora von Schlesien, hg. v. Cohn, Bd. 1, Breslau 1876). — T. Caruel, On the Place of Characeae in the natural System (Journ. of Botany, 1878). — S. H. Vines, The Pro-Embryo of *Chara*: An Essay in Morphology (Journ. of Botany, 1878). — A. W. Bennet, On the Structure and Affinities of Characeae (Journ. of Botany, 1878). — Fr. Johow, Die Zellkerne von *Chara foetida* (Bot. Ztg., 39, 1881). — S. H. Vines, Apospory in Characeae (Ann. of Botany, 1, 1887—88). — A. Braun, Fragmente einer Monographie d. Characeen, hg. v. O. Nordstedt (Abh. d. Akad. d. Wiss. Berlin, 1882). — O. Nordstedt, De Algis et Characeis, 2, 4—6 (Lunds Univ. Årsskrifter, T. 16, 25, Lund 1880—1889). — T. F. Allen, The Characeae of America, Part 1, New York 1888. — W. Migula, Die Characeen (L. Rabenhorst's Kryptogamenflora v. Deutschland, 2. Aufl., Bd. 5, H. 1—4, Leipzig 1890). — E. Overton, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Characeen (Botan. Zentralbl., 44, 1890). — O. Nordstedt, Australasian Characeae, Part 1, Lund 1891. — N. Filarszky, Die Characeen mit besond. Rücksicht auf d. in Ungarn beobacht. Arten, Budapest 1893. — J. Richter, Über Reaktionen der Characeen auf äußere Einflüsse (Flora, Bd. 79, München 1894). — O. Kaiser, Über Kernteilung der Characeen (Bot. Ztg., 54, 1896). — K. Giesenhagen, Untersuchungen über die Characeen, I—III (Flora, Bd. 82, 83, 85, Marburg 1896—1898). — W. Migula, Die Characeen Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz (Rabenhorst's Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. 5, Leipzig 1897); Synopsis Characearum europaeorum, Leipzig 1898. — G. Hörmann, Studien üb. d. Protoplasmaströmung b. d. Characeen, Jena 1898. — B. Debski, Weitere Beobachtungen an *Chara fragilis* Desv. (Jahrb. f. wiss. Bot., 32, 1898). — G. Götz, Entwicklung d. Eiknospe bei den Characeen (Bot. Ztg., 57, 1899). — A. Ernst, Üb. Pseudo-Hermaphroditismus u. andere Mißbildungen d. Oogonien von *Nitella syncarpa* (Flora, Bd. 88, Marburg 1901). — K. Goebel, Morph. u. biol. Bemerkungen. 11. Über Homologien in d. Entwickl. männlicher u. weiblicher Geschlechtsorgane (Flora, Bd. 90, Marburg 1902). — D. M. Mottier, Development of the Spermatozoid in *Chara* (Annals of Bot., Vol. XVIII, London 1904). — A. Ernst, Die Stipularblätter v. *Nitella hyalina* (D. C.) Ag. (Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich, 49, Zürich 1904). — Ch. B. Robinson, The Characeae of North America (Bull. of New York Bot. Garden, Vol. IV, New York 1905—1907). — O. Kuczewski, Morph. u. biol. Untersuch. an *Chara delicatula* f. *bulbifera* (Beihefte z. Bot. Centralbl., Bd. XX, Dresden 1906). — A. Witt, Beitr. z. Kenntn. von *Chara ceratophylla* Wallr. und *Chara crinita* Wallr. (Diss. Zürich, 1906). — A. Müller, Beitr. z. Kenntn. d. *Chara hispida* und *Chara foetida* (Diss. Zürich, 1907). — Mary Mc. Nicol, The Bulbils and Proembryo of *Lamprothamnus alopecuroides* Al. Braun (Annals of Bot., 21, 1907). — E. Strasburger, Einiges über Characeen u. Amitose (Wiesner-Festschrift, Wien 1908). — C. P. Sluiter, Beitr. z. Kenntnis von *Chara contraria* und *Chara dissoluta* Al. Braun (Bot. Ztg., 68, 1910). — H. and J. Groves, Characeae from the Philippine Islands (Philip. Journ. Sci. C. Bot., VII, 1912). — H. Losch, Über das Vorkommen eines zweiten Hüllquirles an den Eiknospen von *Chara foetida* (Ber. der deutschen botan. Gesellschaft, XXX, 1912). — F. Hy, Les Characées de France (Bull. Soc. bot. France,

LX, 1913). — A. Votava, Beiträge zur Kenntnis der Inhaltskörper und der Membran der Characeen (Österr. bot. Zeitschr., 1914). — J. Groves, A new *Nitella* (Journ. of Botany, 1915). — F. Oehlkers, Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung bei den Characeen (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 34, 1916). — J. Groves, On the Name *Lamprothamnus* Braun (Journ. of Botany, LIV, 1916). — A. Ernst, Experimentelle Erzeugung erblicher Parthenogenesis (Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre, 17, 1917); Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich, Jena 1918. — J. Groves, Notes on *Lychnothamnus* (Journ. of Botany, 57, 1919). — G. R. Bullock-Webster, A new *Nitella* (Irish Nat., 28, 1919). — J. Groves and G. R. Bullock-Webster, The British Charophyta, Vol. I und Vol. II (Ray Society, London 1920 und 1924). — G. R. Bullock-Webster, Some Charophyte notes, 1917 (Irish Nat., 29, 1920). — W. A. Bell, A new Genus of the Characeae and new Merostomata from the Coal Measures of Nova Scotia (Trans. R. Soc. Canada, 1922). — J. Groves, *Nitelopsis obtusa* in Northern India (Journ. of Botany, 60, 1922). — G. R. Bullock-Webster, Notes on Charophytes (Journ. of Botany, 60, 1922). — F. Oltmanns, Morph. und Biol. der Algen, 2. Aufl., Bd. I, Jena 1922. — J. Groves, Notes on Indian Charophyta (The Journ. of the Linnean Soc., Botany, Vol. 46, 1923). — R. Hitchcock, *Tolypella longicoma* in Cayuga Lake (Bull. Torrey Bot. Club, 5, 1923). — J. Vilhelm, Novae Species et Formae Characearum (Hedwigia, 64, 1923); Die geographische Verbreitung der böhmischen Charophyten (Hedwigia, 64, 1923). — J. Offner, Communication d'une lettre de M. J. Groves sur la découverte en France du *Tolypella hispanica* Nordst. (Bull. Soc. bot. France, 70, 1923). — John S. Karling, A preliminary Account of the Influence of Light and Temperature on Growth and Reproduction in *Chara fragilis* (Bull. Torr. Bot. Club, No. 12, 1924). — A. H. Tuttle, The reproductive Cycle of the Characeae (Science, Bd. 60, 1924). — J. Groves, Notes on Indian Charophyta (Journ. Linn. Soc. Bot., Bd. 46, 1924; On Charophyta collected by Mr. Thomas Bates Blow in Ceylon (Journ. Linn. Soc. Bot., Bd. 46, 1924). — W. Migula, Charophyta in A. Pascher, Die Süßwasserfl. Deutschl. usw., H. 11, 1925. — J. Groves and E. L. Stephens, New and noteworthy South African Charophyta I (Trans. R. Soc. South Africa, 13 [1926] 145—154).

Merkmale. Chlorophyllreiche, im Wasser untergetaucht lebende Thallophten mit gegliedertem, aus abwechselnden langen Internodialzellen und kurzen Knotenzellen bestehendem Stengel, an dessen Knoten Quirle von Blättern, welche Antheridien und ♀ Organe tragen. Kugelige Antheridien mit einem Knäuel im Inneren, in dessen gegliederten Fäden sich schraubenförmige, zwimperige Spermatozoiden bilden. ♀ Organe (Sporenknospen) mit einer 5strahligen Hülle zu berindeten Oosporen werdend; bei deren Keimung entwickelt sich ein Vorkeim und an diesem durch seitliche Knospenbildung die geschlechtliche Pflanze. Schwärmsporen fehlen. Vegetative Vermehrung durch Knöllchen, akzessorische Sprosse und Zweigvorkeime.

Vegetationsorgane. Der Vegetationskörper der *Characeae* (Fig. 316) ist ein von einem Vorkeim seitlich entspringender, durch unbegrenztes Spitzenwachstum sich verlängernder, zylindrischer Stengel mit meist 6—8 quirlig gestellten Seitengliedern, welche man wegen ihres begrenzten Spitzenwachstums Blätter nennen kann; Zweige, welche dem Hauptstamm gleich gebaut, nur gewöhnlich etwas schwächer sind, entspringen in der Achsel nur eines Blattes in jedem Quirl; in der Nähe des Grundes entwickelt die Pflanze Rhizoiden.

Die *Characeae* treten bald in zarten, nur wenige Zentimeter hohen Büscheln auf, bald aber sind sie stattliche Formen von 1 m und mehr Höhe.

Bau der Zellen. Die Zellen der *Characeae* werden, wenigstens zum Teil, sehr groß und zeigen in ihrer Entwicklung gewisse eigentümliche Verhältnisse. Die Scheitelzellen und die jüngeren, teilungsfähigen Zellen sind sehr inhaltsreich und enthalten je 1 Zellkern, der im Zentrum der Zelle zu liegen pflegt, und diese Kerne teilen sich mitotisch. Man hat 12—24 Chromosomen bei den verschiedenen Arten, und zwar in allen Teilen der Vegetationsorgane gezählt. In den sich streckenden Zellen bildet sich ein großer Saft Raum, und der Zellkern wird amitotisch durch eine einfache Durchschnürung in zahlreiche, unregelmäßig geformte Zellkerne zerlegt. Diese Kerne büßen ihre formbildenden Funktionen in der Characeenpflanze ein und haben allem Anschein nach nur noch ernährungsphysiologischen Aufgaben obzuliegen. Das Protoplasma dieser Zellen besteht aus einer peripherischen, ruhenden Schicht, in welcher die ovalen, scheibenförmigen Chromatophoren (ohne Pyrenoide) dicht aneinander, zu zierlichen Längsreihen geordnet, eingebettet sind; die innere Schicht des Protoplasmas befindet sich in einer rotierenden Bewegung, welche stets dem längsten Weg in der Zelle folgt und deren Richtung für jede Zelle in gesetzmäßiger

Beziehung zu jener in allen übrigen Zellen und zum morphologischen Aufbau der Pflanze steht; da die Bewegung innen am langsamsten ist, überstürzen sich die im Protoplasma schwimmenden festen Körper. Jene Linie, welche den aufsteigenden und den absteigenden Teil des rotierenden Stromes voneinander trennt, der Interferenzstreifen, ist durch das Fehlen der Chlorophyllkörner in der Außenschicht kenntlich. Zentrosomen sind in den Zellen von *Chara* nicht nachgewiesen.

Die Zellwand besteht aus zwei Schichten, wovon die innere reine Zellulose ist, während die äußere eine Kutikularschicht von unbekannter Zusammensetzung darstellt. Wahr-

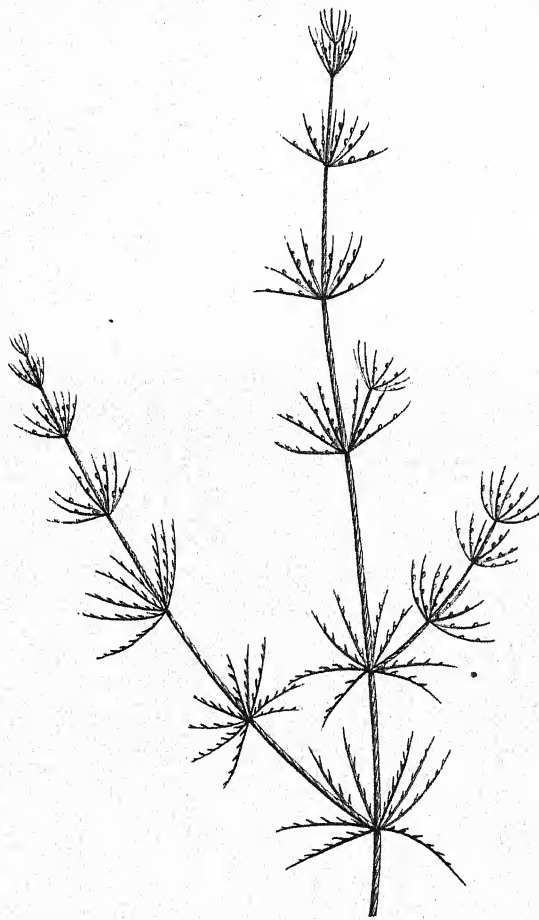


Fig. 316. Oberer Teil einer Pflanze von *Chara fragilis* Desv., mit Antheriden und Sporenknospen in natürlicher Größe. (Original.)

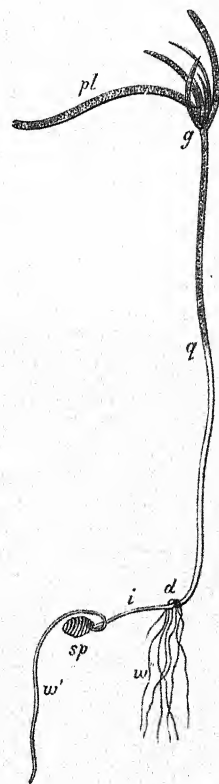


Fig. 317. Vorkeim von *Chara fragilis* Desv., *sp* keimende Oospore; *i*, *d*, *g*, *pl* bilden zusammen den Vorkeim; vom Wurzelknoten *d* entspringen die Rhizoiden *w*''; *w'* die sogenannte Hauptwurzel; bei *g* die ersten Blätter der Laubpflanze, *pl* die Spitze des Vorkeims.

(Nach Pringsheim, ungef. 4/1.)

scheinlich enthält die Kutikularschicht Kallose. Die Innenschicht der Wand bildet nach einwärts vorspringende Membranleisten, Zapfen, Wülste usw. Stengel und Blätter sind oft von Kalkablagerungen inkrustiert, was besonders an die äußere Kutikularschicht gebunden sein dürfte, doch kann dieser Kalküberzug nicht als beständiger Charakter betrachtet werden, da er auch bei den am meisten dazu geneigten Arten bisweilen fehlen kann.

Der Vorkeim entwickelt sich in unten (S. 424) näher angegebener Weise neben der sog. Hauptwurzel (Fig. 317 *w'*) aus der Spore in Form einer Zellreihe; zwischen der unter-

sten Zelle derselben (Fig. 317 *i*) und der aus mehreren Zellen bestehenden Spitze (Fig. 317 *pl*) liegen 3 durch rasche Querteilungen aus einer Zelle hervorgegangene Zellen, nämlich eine lange Internodialzelle (Fig. 317 *q*) und an deren beiden Enden je 1 kurze Knotenzelle; durch Teilungen, welche im allgemeinen jenen der Stengelknotenzellen ähnlich sind, entsteht aus der hinteren derselben der Wurzelknoten (Fig. 317 *d*); aus der vorderen der blattbildende Knoten (Fig. 317 *g*); die meisten peripherischen Zellen des letzteren wachsen zu Zellfäden, dem ersten Blattquirl aus; nur die erstentstandene (selten auch außerdem die 2.) wird zur Scheitelzelle des eigentlichen Stengels. Die aus 2—4 Zellen bestehende Vorkeimspitze, welche nur durch ihre Größe sich von den Quirlblättern des Vorkeims unterscheidet, entwickelt sich nicht weiter.

Der Stengel wird seiner Entwicklung nach gebildet von einer Zellreihe, deren Gliederzellen durch Querteilungen der plankonvexen Scheitelzelle gebildet werden; er be-

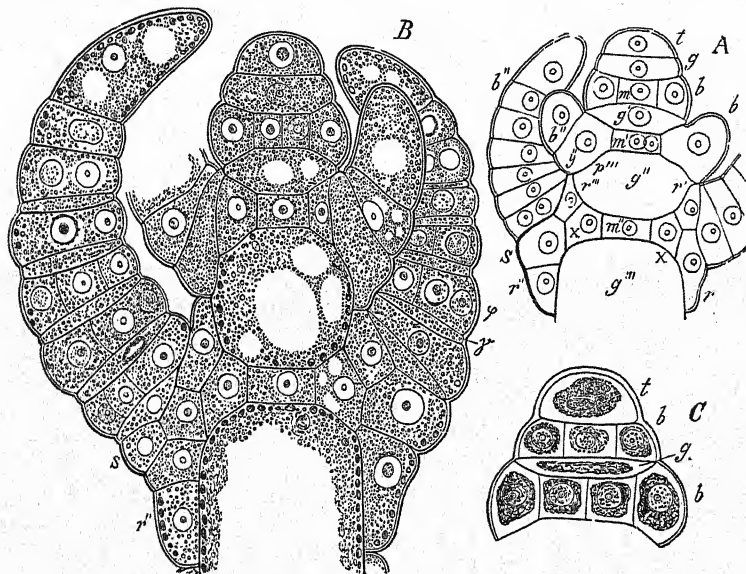


Fig. 318. Längsschnitt durch die Knospe von *Chara fragilis* Desv., bei A ist der Inhalt der Zellen weggelassen; bei B ist die feinkörnige Substanz Protoplasma mit Vakuolen, die größeren Körnchen sind Chlorophyll; bei C ist der Inhalt der Zellen durch Jodlösung kontrahiert. *t* Scheitelzelle; *g* Segment; *b* Knoten; *g'*, *g''*, *g'''* Internodien. (Nach Sachs, 500/1.)

sitzt ein unbegrenztes Spitzenwachstum, welches nur bei den 1jährigen Arten gegen das Ende der Vegetationsperiode erlischt. Jedes nach rückwärts von der Scheitelzelle (Figur 318 *t*) abgeschiedene Segment (Fig. 318 *A, g*) teilt sich alsbald durch eine Querwand in 2 übereinanderliegende Zellen, eine untere bikonvexe (Fig. 318 *A g'*, *C g*), welche, ohne sich weiter zu teilen, zu einer langen (oft bis 6 und mehr cm langen) Internodialzelle heranwächst, und eine obere bikonkave (Fig. 318 *A, b* und *C, b*) Knotenzelle, welche sofort weitere Teilungen erfährt. Sie wird zunächst durch eine senkrechte Wand in 2 sekundäre Knotenzellen zerlegt, von welchen alsdann durch sukzedane Wände ein Quirl von peripherischen Zellen abgeschieden wird. Aus jeder dieser peripherischen Zellen entwickelt sich direkt ein Blatt, welches im Bau den Hauptprossen durchaus gleicht.

Die Blätter bilden nach der Altersfolge der peripherischen Zellen des Knotens einen sukzedanen, 4—10gliederigen Quirl; die aufeinanderfolgenden Quirle eines Stammes alternieren miteinander, und außerdem sind die ältesten Blätter der einzelnen Quirle in eine den Stamm umlaufende Spirale geordnet, in deren Richtung gewöhnlich auch die Internodien sich nachträglich drehen. Die Blätter sind in ähnlicher Weise wie der Stamm gegliedert; das Scheitelwachstum erlischt indes bald, und die Ausbildung der in gleicher Weise entstehenden Knoten und Internodien schreitet von der Spitze des Blattes gegen

die Basis hin fort; die vordersten Gliederzellen des Blattes bilden keine Knotenzellen; die Knotenzellen des Blattes werden nicht zuerst durch eine senkrechte Wand geteilt, sondern bilden sofort einen sukzedanen Kranz peripherischer Zellen, aus welchen die

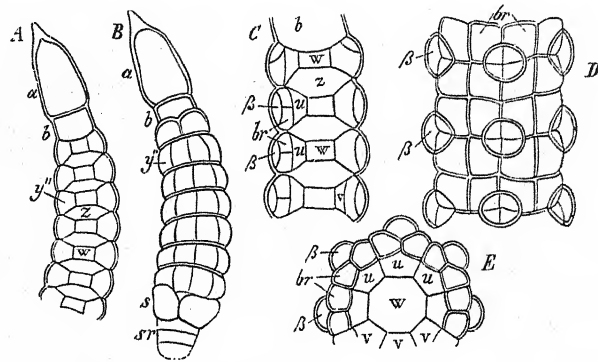


Fig. 319. Entwicklung der Blätter von *Chara fragilis* Desv. *a* Endglied, *b* vorletztes Glied eines Blattes; *z* Internodialzellen des Blattes; *w* Blattknotenzelle; *y* Mutterzelle eines Seitenblättchens und seines Basilarknotens, aus ihr entsteht *v* und *u*; *br* der Basilarknoten, der 4 einfache Rindenlappen liefert; β das Seitenblättchen. *A* und *C* im Längsschnitt. *B* ganzes junges Blatt von außen gesehen, mit dem Nebenblatt *s* und seinem absteigenden Stammrindenlappen *sr*; *D* mittlerer Teil eines älteren, doch noch jungen Blattes von außen; *E* Querschnitt eines Blattknotens von dem Alter wie *D*. (Nach Sachs.)

Seitenblättchen (Blätter 2. Ordnung) hervorgehen; doch stehen die Quirle der Seitenblätter nicht in Alternation, sondern gerade übereinander (Fig. 319 *D*). Die Zahl der Knoten der Blätter ist verschieden; bei *Nitella* sind es meist nur 1–3; bei einigen Arten dieser Gattung kommen auch Blätter 3. und 4. Ordnung vor.

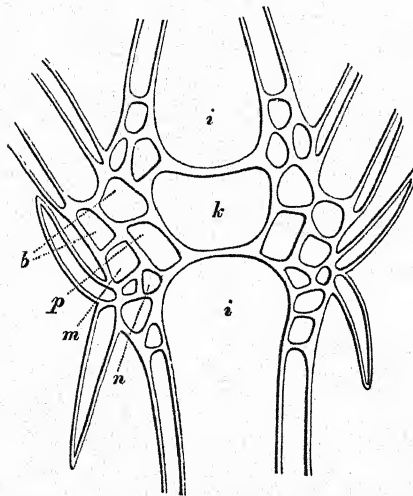


Fig. 320. Längsschnitt durch den Stengelknoten von *Chara hispida* (L.) Wallr. (Nach Migula, 30/1.)

wenig unter der oberen hervorragt, wird die Mutterzelle der nach oben wachsenden Lappen der Stengelberindung. Von den auf der Außenseite des Blattes gebildeten Zellen entwickelt sich die obere (Fig. 320 *m*) zu Zellen, welche den Stipularkranz bilden, die untere (Fig. 320 *n*) zu der nach unten wachsenden Stengelberindung. Oft treten noch mehrere Zellteilungen in dem Stengelknoten auf. Bei den überwinterten *Characeae* speichern die meisten Zellen des Knotens Reservestoffe für im nächsten Frühjahr austreibende Sprosse.

Von besonderem Interesse ist die Basis der Blätter; dieselbe besteht im Anschluß an die zentralen Zellen des Stengelknotens zunächst aus einer kurzen Internodialzelle (Fig. 319 *n*); auf diese folgt der erste Knoten des Blattes, der Basilarknoten, aus dessen Zellen (über deren Entstehung im folgenden einige Einzelheiten angegeben seien) die Seitenzweige des Stengels, die Nebenblätter, die Berindung und die Rhizoiden entspringen.

Bei *Chara hispida* (L.) Wallr. teilt sich diese unterste Knotenzelle des Blattes durch eine senkrechte Wand in 2 Zellen (Fig. 320 *b*), welche abweichend von dem Stengelknoten durch zur Hauptachse schiefe Wände in Zellen zerfallen, deren Anzahl und Anordnung bei den Blättern desselben Stengelknotens sehr verschieden sein kann. Im einfachsten Falle finden sich 2 Zellen auf der Innenseite und 2 auf der Außenseite des Blattes. Die obere von diesen inneren Zellen bleibt bei den meisten *Characeae* eine Dauerzelle (bei *Chara ceratophylla* entwickelt sie jedoch einen Teil der nach aufwärts wachsenden Berindung des untersten Blattgliedes); die untere Zelle aber, die ein

Bei *Nitella* und *Tolypella* besteht der Basilar-knoten des Blattes aus einer wechselnden Zahl von Zellen in demselben Knoten. Im einfachsten Falle finden sich 2 nach der Innenseite und 2 nach der Außenseite des Blattes gerichtete Zellen, welche die Basis der ersten Internodialzelle des Blattes hüllenartig umgeben, während unter dieser noch eine kleinere zentrale Zelle liegt, an welche die 4 Zellen des Basilar-knotens grenzen. In den meisten Fällen besteht der Basilar-knoten des Blattes außer aus dieser einen Zelle oder mehreren unter dem Internodium gelegenen noch aus einem Kranz peripherischer Zellen, welche die Zahl von 24 (*Nitella translucens*) erreichen können.

Die Seitenzweige des Stengels entspringen nur in der Achsel des ältesten Blattes eines jeden Quirls, bei *Nitella* kommt hierzu oft noch ein 2. aus der Achsel des zweitältesten Blattes; bei *Chara* entwickelt sich der Zweig aus derjenigen Zelle, welche bei den anderen Blättern zum oberen Rindenlappen wird (s. unten). Die Zelle wölbt sich aufwärts, und durch eine Wand wird die zukünftige Scheitelzelle von einer basalen Gliederzelle abgeschnitten. Letztere liefert wieder durch Teilungen einen ± vollkommenen Basalknoten, während erstere zum Seitensproß heranwächst.

Die Nebenblätter oder Stipulae, welche nur bei *Chara*, *Lychnothamnus* und *Lamprothamnium* vorkommen, sind priemenförmige, 1zellige Ausgliederungen, welche in einer einfachen oder doppelten (bei *Chara ceratophylla* zuweilen dreifachen) Reihe unter den Blättern entspringen (Fig. 320 mn) und meistens innerhalb jeder Reihe in der doppelten Anzahl der Quirlblätter enthalten sind (nur bei *Chara coronata* und *Ch. scoparia* sowie *Lamprothamnium papulosum* in gleicher Anzahl mit den Blättern, bei ersteren alternierend, bei letzterem gerade unter den Blättern). — Bei manchen Arten von *Nitella* entspringen aus den Basilar-knoten der Blätter akzessorische Blätter, welche im Bau den Blättern ähnlich, aber einfacher sind.

Die Berindung des Stengels, welche den meisten Arten von *Chara* und *Lychnothamnus* zukommt, bei *Nitellopsis* gleich dem Stipularkranz nur angedeutet ist, bei *Lamprothamnium*, *Tolypella* und *Nitella* gänzlich fehlt, nimmt ihren Ursprung ebenfalls von den Basilar-knoten der Blätter, indem von jedem Blatt (mit Ausnahme der oberseits der zweigtragenden Blätter) je 1 Rindenlappen nach oben und nach unten über die beiden Internodien hinwächst, bis er mit den von dem nächstoberen Blatt herabwachsenden bzw.

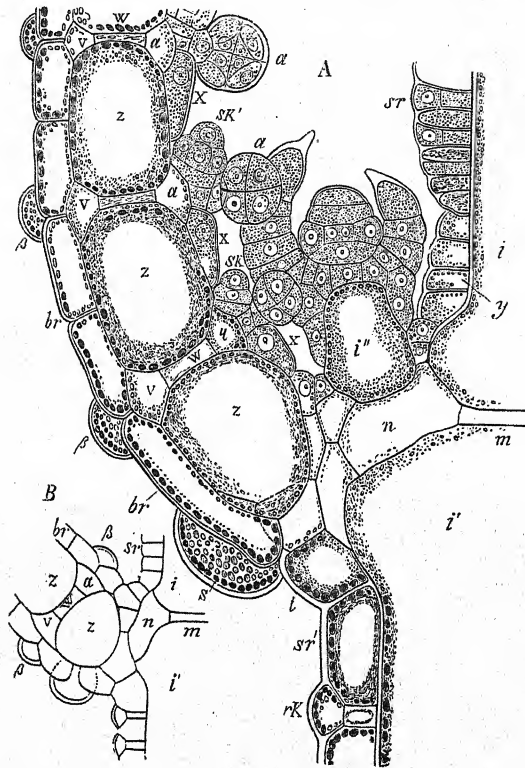


Fig. 321. *Chara fragilis* Desv. A unterer Teil eines fertilen Blattes, aus dessen Achsel ein Seitensproß entsteht; B unterer Teil eines sterilen Blattes ohne Achselsproß; m ist die halbe Knotenzelle des Stammes; i das obere, i' das untere Internodium desselben; sr ein absteigender, y ein aufsteigender Rindenlappen; sr' der von unterem Blatte absteigende Rindenlappen des unteren Internodiums; rK ein Knoten desselben; i'' ist das erste Internodium der Achselsprosse, welches auf der Zelle n ruht, die den Stammknoten (m) mit dem Basilar-knoten des Blattes verbindet; z, z, z sind die 3 unteren Internodien des Blattes; w, w die Blattknoten; v, v sind die Verbindungszellen des Blattknotens mit dem Basilar-knoten des Blattes (B) auf der Außenseite des Blattes; a die entsprechenden Zellen auf der Innenseite des Blattes; br die Rindenlappen des Blattes, von denen an jedem Blättchen (B) 2 aufwärts und 2 abwärts gehen; s Stipula; x, x sind die absteigenden Rindenlappen der Blattinternodien auf deren Innenseite, wo die Blättchen in Antheridien (a, a) umgewandelt sind; die aufsteigenden Rindenlappen des Blattes fehlen hier, weil aus dem Basilar-knoten des Blattes je 1 Sporenknospe entspringt. (Nach Sachs.)

mit den vom nächstunteren Blatt heraufwachsenden zusammentrifft. Dies geschieht in einer der Alternation der Quirle entsprechenden Weise sehr früh, solange das Internodium noch sehr kurz, noch breiter als lang ist; das weitere Wachstum und die Ausbildung

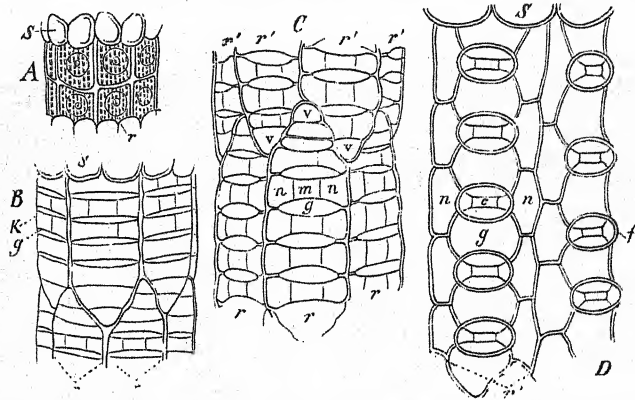


Fig. 322. Entwicklung der Stammrinde bei *Chara fragilis* Desv. A Ein sehr junges Internodium des Stammes mit den noch izelligen Rindenlappen *r*; B–D weitere Entwicklung derselben, *r, r'* bedeutet überall die von unteren Blättern aufsteigenden, *r', r'* die von oberen Blättern absteigenden Rindenlappen, *v, v* die Scheitelzelle jedes Rindenlappens, *g, g* seine Internodialzellen, *u, m, n* seine Knotenbildung, *c* in D die Zentralzelle eines Rindenknotens, *s* bedeutet überall die paarig aus den Blattbasen entspringenden izelligen Nebenblätter. (Nach Sachs.)

der Rinde erfolgt alsdann im gleichen Schritt mit der Dehnung des Internodiums (Fig. 322 A–D). Die Berindungselemente zeigen in ihrem Aufbau die größte Ähnlichkeit mit den Stengeln und Blättern, indem sie sich mittels einer Scheitelzelle (Fig. 322 C, *v*)

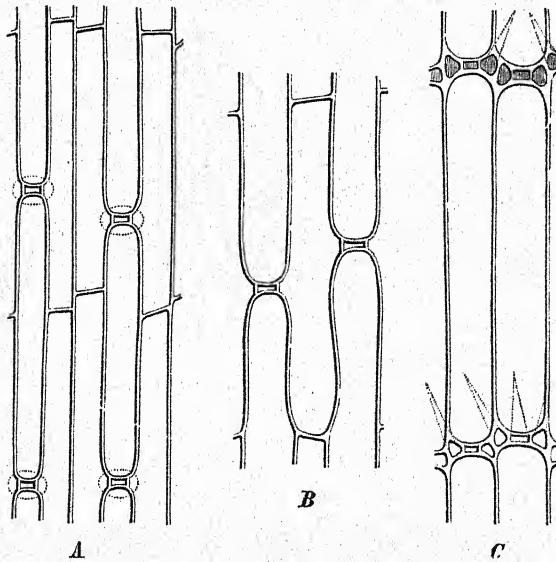


Fig. 323. Stengelrinde: A von *Chara fragilis* Desv.; B von *C. foetida* A. Br.; C von *C. crinita* Wallr. (Original.)

verlängern sowie in Knoten (Fig. 322 C, *n m n*) und Internodialzellen (Fig. 322 C, *g*) gliedern, von denen die ersteren sich durch 2 radiale Wände in je 1 mittlere (Fig. 322 C, *m*) und 2 seitliche Zellen (Fig. 322 C *n n*) teilen. Bei der schließlich bedeutenden Längsstreckung des Rindengewebes bleiben die mittleren Knotenzellen stets kurz, und die Internodialzellen verlängern sich; je nach dem Verhalten der Nebenzellen treten folgende 3 Fälle auf: entweder 1. die Internodialzellen und die beiden Nebenzellen der Knoten strecken sich gleichmäßig nebeneinander, so daß zu jedem Blatt 3 Reihen von Rindenzellen gehören: die Hauptreihe, in welcher die langen Internodialzellen mit den kurzen Knotenzellen aufeinanderfolgen, und rechts und links derselben je 1 Nebenreihe, gebildet von den Nebenzellen der Knoten (triplostisch, Fig. 322 D, 323 A); oder 2. die Nebenzellen zweier benachbarter Rindenlappen ordnen sich, indem sie sich zwischeneinander einschieben, zu einer einzigen Nebenreihe, so daß also zwischen 2 Hauptreihen immer nur eine einzige Nebenreihe liegt (diplostisch, z. B. *Chara foetida*, Fig. 323 B); oder endlich 3. die

Nebenzellen bleiben kurz, so daß überhaupt keine Nebenreihen zustande kommen (haplostisch, z. B. *Chara crinita* Wallr., Fig. 323 C). Die mittleren Zellen der Rindenknotten teilen sich durch eine der Stengeloberfläche parallele Wand in eine innere kleinere und eine äußere größere Zelle (Fig. 321 rK); diese letztere kann sich zu einem \pm vorspringenden Höcker oder langen, pfriemenförmigen Stachel entwickeln, oder auch (z. B. *Chara hispida*) sich in mehrere Zellen teilen, deren jede zu einem Stachel auswächst. Außerdem können (z. B. *Chara crinita*) auch die kurz bleibenden Nebenzellen zu Stacheln auswachsen.

Die bei vielen Arten von *Chara* vorkommende Berindung der Blätter entwickelt sich in ganz ähnlicher Weise von den Basilar-knoten der Blättchen aus.

Die Rhizoiden oder Wurzeln entspringen aus den unteren Stengelknotten in gleicher Weise wie am Wurzelknotten des Vorkeims, indem oberflächliche Zellen zu langen, chlorophyllfreien, mit Spitzenwachstum versehenen Zellreihen auswachsen. Diesen fehlt die Knotenbildung; an den Querwänden finden sich sog. Gelenke; die Querwände sind nämlich schief geneigt und die aneinanderstoßen-

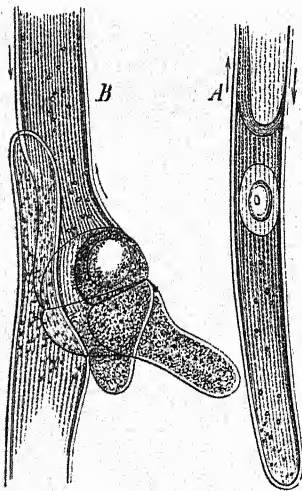


Fig. 324. Rhizoiden von *Chara fragilis* Desv. A Ende eines wachsenden Schlauches; B ein sogen. Gelenk, der untere Teil des oberen Schlauches verzweigt sich. Die Pfeile bedeuten die Stromrichtung des Protoplasmas. (Nach Pringsheim, 240/1.)

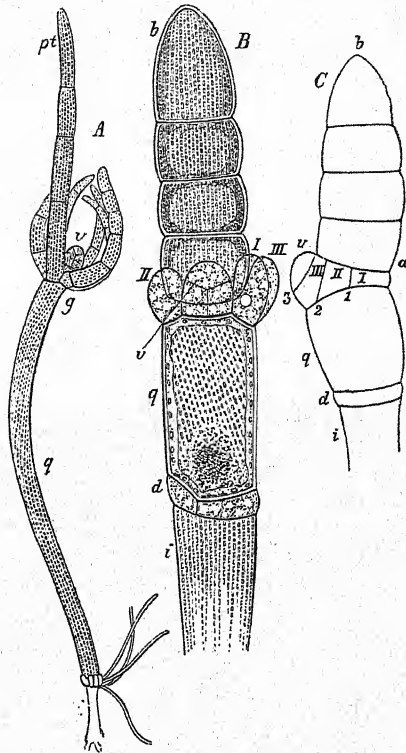


Fig. 325. Zweigvorkeime von *Chara fragilis* Desv. A Ein ganzer Zweigvorkeim, i das unterste blasse Glied unter dem Wurzelknotten, q das lange, aus der Mittelzelle des Knospengrundes entstandene Glied, pt die Vorkeimspitze, bei q der Scheinquirrl der Blätter, v die Knospe der 2. Generation der Laubpflanze; B oberer Teil eines jüngeren Zweigvorkeims, i, d, q wie vorher, b = pt des vorigen, I, II, III die jungen Blättchen des Stengelknottens, v die Knospe des Laubstammes; C noch jüngerer Zweigvorkeim, i, d, q, b wie bei B und A, v die Scheitelzelle der Stammknospe. (Nach Pringsheim, B 170/1.)

den Enden der Gliederzellen derartig angeschwollen, daß sie 2 mit ihren Sohlen in entgegengesetzter Richtung aufeinanderstehenden menschlichen Füßen gleichen; aus der fersenartigen Anschwellung der hinteren Zelle entwickeln sich bündelweise Rhizoiden höherer Ordnung von gleichem Bau und ebensolcher weiterer Verzweigungsfähigkeit (Fig. 324 B). In den Zellen der Rhizoiden ist die Protoplasmabewegung sehr deutlich zu beobachten.

Vegetative Vermehrung geschieht 1. durch Wurzelknöllchen, 2. durch Stengelknöllchen, 3. durch die nacktfüßigen Zweige, 4. durch die Zweigvorkeime.

Die **Wurzelknöllchen** (Wurzelbulbillen), die sich z. B. bei *Chara aspera* finden, entstehen als Modifikationen gewisser vegetativer Organe einzeln oder zu mehreren an

einem Wurzelgelenk als 1- oder mehrzellige, farblose, kugelige Knöllchen, welche mit Stärke reich gefüllt sind und überwintern; im Frühjahr entwickeln sich aus ihrem Scheitel oder aus dem nächstgelegenen Wurzelgelenk neue Sprosse.

Die Stengelknöllchen gehen aus unterirdischen Stengelknoten hervor, welche sich ähnlich wie die normalen Knoten teilen, aber keine Blätter entwickeln; ihre Zellen füllen sich mit Stärke und wachsen oft (z. B. sehr schön bei *Nitelopsis obtusa*) zu Vorragungen aus, so daß das Knöllchen die Gestalt eines meist 6strahligen Sternes erhält.

Die nacktfüßigen Zweige bilden sich besonders in den Blattachseln und oft in Mehrzahl an überwinternden oder abgeschnittenen Stengelknoten. Sie sind von den

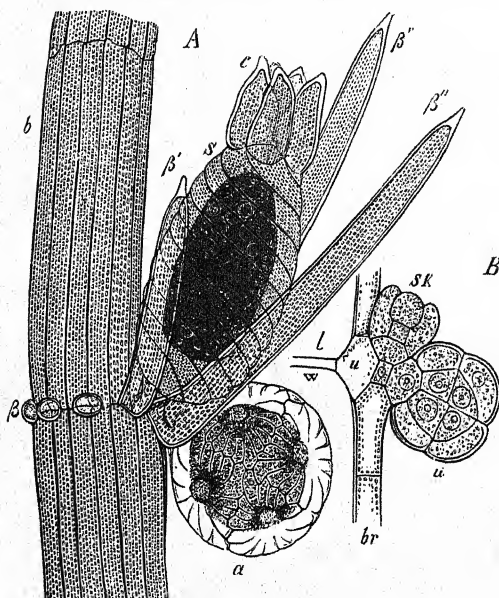


Fig. 326. *Chara fragilis* Desv. A Mittlerer Teil eines Blattes (b) mit 1 Antheridium (a) und 1 Sporenknope (s), c deren Krönchen, β' sterile Seitenblättchen, β'' größere Seitenstrahlen neben der Frucht, β''' die Brakteolen aus dem Basalknoten des Antheridiums entspringend; B ein junges Antheridium (a) mit einer noch jüngeren Sporenknope (s), w die Knotenzelle des Blattes, n die Verbindungsstelle zwischen jener und dem Basalknoten des Antheridiums, l Lumen des Blattinternodiums, br Bindungszellen des Blattes. (Nach Sachs, A 50/1, B 350/1.)

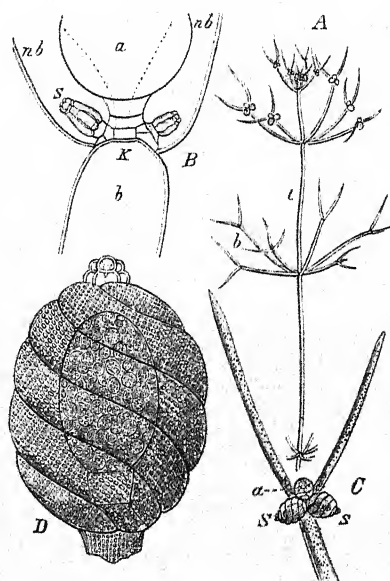


Fig. 327. *Nitella flexilis* Ag. A Fertiler Zweig in natürlicher Größe, i Internodium, b Blätter; B oberer Teil eines fertilen Blattes (b) mit dem Knoten (K), an diesem 2 Seitenstrahlen (nb) und 2 sehr junge Sporenknospen (s), a das Antheridium; C älteres Blatt mit 2 Seitenstrahlen, 1 reifen Antheridium (a) und 2 unreifen Sporenknospen (s); D 1 halbreife Spore, stärker vergrößert. (Nach Sachs.)

normalen Zweigen durch die fehlende oder mangelhafte Berindung des untersten Internodiums und den Mangel der Knoten in den Blättern des 1. Quirls verschieden; die einzelnen Rindenlappen wachsen häufig nach Art der Blätter frei vom Stengel hinweg.

Die Zweigvorkeime (auch sekundäre Vorkeime genannt) sind vollständig wie die bei der Keimung der Sporen (s. oben S. 414) entstehenden Vorkeime gebaut und bilden ebenso eine seitliche Stengelknospe; sie entwickeln sich oft neben den nacktfüßigen Zweigen aus älteren Stengelknoten überwinterner Pflanzen von *Chara*, nach künstlichen Eingriffen auch aus jüngeren Knoten, aus den Wurzel- und Stengelknöllchen.

Die geschlechtliche Fortpflanzung wird vermittelt durch ♂ und ♀ Organe von ziemlich kompliziertem, eigenartigem Bau; die ersteren heißen Antheridien, die letzteren Sporenknospen, Sporophyaden oder Eiknospen. Die Pflanzen sind monözisch oder diözisch; doch entwickeln sich im ersteren Falle die beiderlei Geschlechtsorgane nicht immer gleichzeitig an derselben Pflanze; die Antheridien können schon abgefallen sein, bevor die Sporenknospen befruchtungsfähig sind, wodurch Selbstbefruchtung verhindert wird.

Stellung der Fortpflanzungsorgane. Diese entspringen stets von den Blättern, nur bei *Tolypella* auch außerdem vom Basilarknoten der Blätter. Den einfachsten Fall zeigen die Antheridien von *Nitella*, welche aus dem Endglied eines Blattes (Fig. 327 Ca, 330 A) hervorgehen oder, wo dieses in mehreren Graden verzweigt ist, das

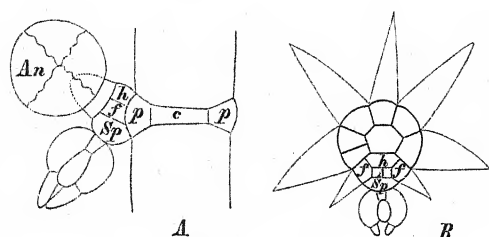


Fig. 328. *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) Groves. Wahrscheinliche Konstruktion des Blattknotens mit Antheridium und Sporangium; c zentrale Knotenzelle; p, p periphere Knotenzellen; h, f, Sp Basilarknoten des Antheridiums; h hintere Zelle; f Foliolum (Bracteola); Sp Sporangienstielzelle; An Antheridium. A Längsschnitt; B Querschnitt. (Nach Braun.)

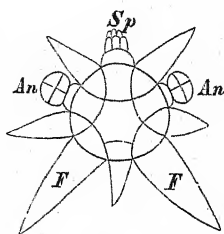


Fig. 329. *Lychnothamnus barbatus* Leonhardi. Schematische Querschnitte. F Foliolum; An Antheridium; Sp Sporenknospen. (Nach Braun.)

Ende von Strahlen der vorletzten Ordnung einnehmen. Bei allen übrigen Gattungen stehen die Antheridien an dem Ende von Seitenblättchen, welche bei *Tolypella* und zuweilen bei *Nitellopsis* noch \pm deutlich entwickelt sind oder vollständig durch das Antheridium vertreten werden, so daß diese letzteren mit ihrem Basilarknoten direkt aus den Blattknoten entspringen. Die Sporenknospen vertreten stets ganze Seitenblättchen, und zwar bei *Nitella*, *Lychnothamnus* und *Nitellopsis* in den auch am sterilen Blatt vorhandenen Verzweigungsgraden; hingegen sind bei *Chara* und *Lamprothamnium*, wahrscheinlich auch bei *Tolypella*, die Sporenknospen Blättchen 2. Ordnung, wie sie an sterilen Blättern bei genannten Gattungen nicht vorkommen; sie entspringen hier bei diözischen Arten aus dem Basilarknoten von Blättchen, welche letztere Brakteen genannt werden, bei monözischen Arten aus dem Basilarknoten der Antheridien, und zwar bei *Lamprothamnium* an deren Unterseite (Fig. 328 A), bei *Chara* an der Oberseite (Fig. 326); kleine Blättchen, welche beiderseits der Sporenknospe aus dem Basilarknoten des Antheridiums entspringen (Fig. 326 A β''), heißen Brakteolen. — Im allgemeinen stehen die Fortpflanzungsorgane auf der Oberseite der Blätter, einzeln oder mehrere nebeneinander, bei *Nitella* natürlich nur die Sporenknospen; bei *Lychnothamnus* (Fig. 329) stehen die Sporenknospen in der Mitte der Oberseite, die Antheridien zu beiden Seiten; bei der diözischen *Nitellopsis* stehen beiderlei Organe einander vertretend an der Oberseite; bei *Tolypella* umgeben die Sporenknospen in größerer Zahl das auf der Oberseite stehende Antheridium; bei *Lamprothamnium* und *Chara* stehen beide Organe übereinander auf der Oberseite oder außerdem noch daneben mehrere Antheridien, meist jedes mit seiner zugehörigen Sporenknospe.

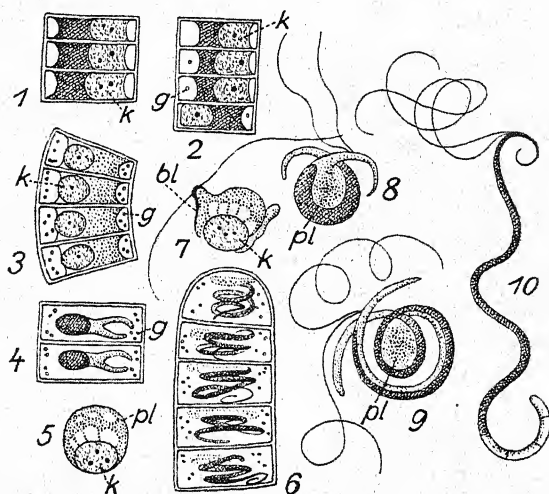


Fig. 330. Spermatoidenentwicklung der Charen. 1—4 und 6 Stücke spermatogener Fäden von der Seite; 5, 7—9 spermatogene Zellen im Querschnitt (Wand fehlt); 10 reifes Spermatozoid. k Kern, pl Plasma, bl Blepharoplast, g Geißeln. (Nach Belajeff in Oltmanns.)

Die Antheridien sind kugelige, mit bloßem Auge deutlich sichtbare, gelb- bis rotgefärbte Gebilde, deren Wandung von 9 Zellen gebildet wird; von diesen sitzt 1, welche flaschenförmig gestaltet ist und bei *Nitella* eine Querteilung erfahren hat (Fig. 333 f), der Anheftungsstelle auf; von den übrigen bilden 4 die untere, 4 oben zusammenstoßende Zellen die obere Hälfte der Außenwandung; diese 8 Zellen, Schilder, valvulae oder scuta genannt, haben gefaltete Seitenwände (Fig. 331 A), roten Inhalt und weichen bei der Reife klappenartig auseinander. Von der Mitte einer jeden dieser Zellen entspringt nach innen

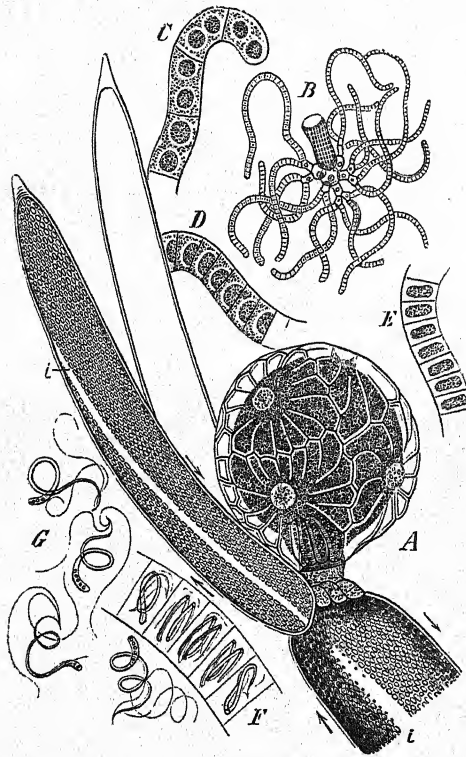


Fig. 331. *Nitella flexilis* Ag. A fast reifes Antheridium am Ende des Hauptstrahles, neben ihm 2 Seitenstrahlen des Blattes; i Interferenzstreifen (die Pfeile bedeuten die Stromrichtung des Protoplasmas); B ein Manubrium mit seinem Köpfchen und den peitschenförmigen Fäden, in denen die Spermatozoiden entstehen; C Ende eines solchen jungen Fadens; D mittlerer Teil eines älteren, E noch älterer, F reifer Antheridienfaden mit Spermatozoiden G.

(Nach Sachs; C-G 550/1.)

eine radial etwas verlängerte Zelle (der Griff, manubrium genannt), welche an ihrem Scheitel 1 oder mehrere rundliche Zellen, das Köpfchen (Fig. 331 B), trägt; von diesem entspringen ungefähr 6 sekundäre Köpfchen, deren jedes 4 lange, peitschenförmige Zellreihen mit je 100 bis 225 Gliederzellen trägt. Diese sind spermatogene Fäden. In jeder der Gliederzellen, deren sich in einem ganzen Antheridium rund 38 000 befinden, bildet sich ein Spermatozoid (Fig. 331 F). Die Zellen der spermatogenen Fäden sind anfangs kurz scheibenförmig, je mit einem großen Zellkern. Bei der Spermatozoidenbildung rückt der Zellkern nahe an die eine Längswand, während sich das Plasma gleichzeitig ein wenig von der Wand zurückzieht, und um die trommelförmige Plasmamasse jeder Gliederzelle wird eine Rille geschaffen, welche später zur Aufnahme der Geißeln dient. In unmittelbarer Nähe des Kernes ist ein Blepharoplast sichtbar, und aus ihm entspringen die zwei Geißeln, die in der Rinne in mehreren Windungen um das Plasma der Mutterzelle herumwachsen. An den noch innerhalb der Mutterzelle befindlichen kugelligen Plasmamassen (Fig. 330, 5) entstehen jetzt zwei Fortsätze, welche in verschiedenen Ebenen liegen, der eine am oberen, der andere am unteren Ende des Zelleibes. Durch Auswachsen in entgegengesetzter Richtung werden sie zum Vorder- bzw. Hinterende des Spermatozoids. Der Kern wächst gleichmäßig mit dem Vorder- und Hinterende zu einem spiralig gewundenen Körper aus.

Das Plasma ist auf der Innenseite der Windungen sichtbar (Fig. 330, 9), überzieht aber auch den Kern in ganz dünner Schicht auf der Außenseite. Wenn die Spermatozoiden völlig reif werden, treten diese den Kern umkleidenden Plasmamassen nicht mehr so scharf hervor, während das Vorder- und Hinterende stets klar sichtbar sind. Die reifen Spermatozoiden sind schraubenförmig mit 2—4 Umgängen gewunden, und die 2 Geißeln sind ein wenig unterhalb der Spitze inseriert. Ihr Körper besteht so fast nur aus dem langen Zellkern. Die Spermatozoiden werden frei, indem sich die Schilder voneinander lösen, und aus den so frei gewordenen spermatogenen Fäden schlüpfen die Spermatozoiden durch Aufquellen der Mutterzellwand aus. Es ist von Interesse, zu bemerken, daß die Bildungsweise und der Bau der Spermatozoiden der Characeen in allem Wesentlichen mit demjenigen von Moosen, Farnen und sogar von Cycadeen übereinstimmt.

Die Entwicklung der Antheridien wird durch Fig. 332 und 333 veranschaulicht; die flaschenförmige Zelle *f* geht aus der Zelle *I* (Fig. 332 *A*) hervor; die kugelige Mutterzelle des eigentlichen Antheridiums zerfällt in Kugeloktanten, deren jeder in 1 periphere und 1 innere, sich abermals tangential in je 2 teilende Zellen zerfällt; diese anfangs dicht aneinandergrenzenden Zellen wachsen nun ungleich, und dadurch entstehen Zwischenräume; aus den 8 peripherischen Zellen werden die Schilder, aus den mittleren die Manubrien, aus den inneren die Köpfchen nebst den peitschenförmigen Fäden gebildet.

Die Sporenknope (Fig. 326 *A, S*, 327 *D*, 334) ist von ellipsoidischer Gestalt und sitzt einer kurzen, nur bei *Nitella* und *Tolypella* äußerlich sichtbaren Stielzelle (Internodialzelle) auf; diese trägt eine Knotenzelle, von welcher 5 schraubig gewundene Hüllschläuche entspringen; auf der Knotenzelle ruht, von diesen Hüllschläuchen eingeschlossen, die sehr große Scheitelzelle, welche nach Abtrennung 1 oder (bei *Nitella*) mehrerer niedriger basaler Zellen, der sog. Wendungszellen, zur Eizelle wird; deren Protoplasma enthält zahlreiche Stärkekörner und Öltropfen, ist jedoch am Scheitel, dem Empfängnisfleck, von hyaliner Beschaffenheit. Die Hüllschläuche wachsen anfänglich in gerader Richtung über die Eizelle hinaus und teilen sich durch Querwände in je 2 Zellen, deren untere bedeutend länger wird und bei den *Nitelleae* vorn nochmals eine kürzere Zelle abscheidet (Fig. 334 *B—D*); die langen Zellen nehmen nachträglich die spirale Drehung an, deren

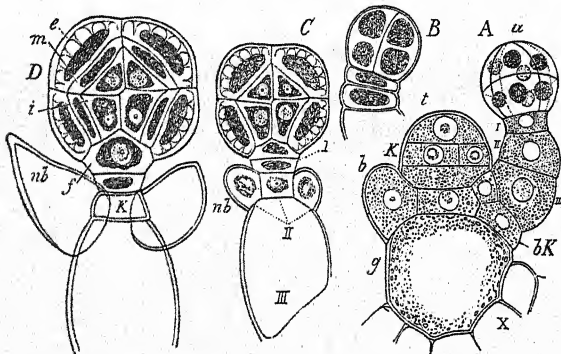


Fig. 332. *Nitella flexilis* Ag. Entwicklung der Antheridien. Bei *B, C, D* das Protoplasma durch Einwirkung von Glycerin kontrahiert. (Nach Sachs.)

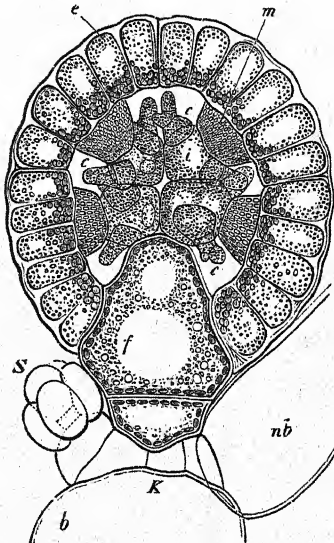


Fig. 333. *Nitella flexilis* Ag. Weiter entwickeltes Antheridium. (Nach Sachs, 500/1.)

Windungen immer niedriger werden, und liegen der Eizelle seitlich dicht an; die vorn abgeschiedenen 5 oder (bei den *Nitelleae*) 10 Zellen bleiben gerade und schließen rosettenartig dicht aneinander; sie bilden das Krönchen (coronula, Fig. 334 *k*, 326 *A, c*). Unterhalb desselben und über dem Scheitel der Eizelle befindet sich ein mit schleimiger Flüssigkeit erfüllter Raum, welcher durch Vorrugungen der Hüllfäden nach Art eines Diaphragmas verengt ist; der über dem Diaphragma gelegene Teil der Hüllschläuche verlängert sich kurz vor Eintritt der Empfängnisfähigkeit und bildet den sog. Hals, wobei durch Auseinanderweichen der Schläuche unterhalb des Krönchens 5 Spalten entstehen. Bei einigen Arten von *Nitella* fällt vor der Befruchtung das Krönchen ab. Allerlei Monstrositäten bei den Eiknospchen von Charen und Nitellen sind z. B. von Ernst und von Loesch beschrieben worden.

Die Befruchtung erfolgt dadurch, daß die Spermatozoiden durch die eben erwähnten 5 Spalten in den über der Eizelle befindlichen Raum eintreten und von hier aus die Eizelle erreichen, deren Membran an der Scheitelfläche von einer sehr erweichten oder vielleicht gar keiner Zellohaut bekleidet ist. Die Verschmelzung von Sperma und Eikern vollzieht sich am Grunde der Eizelle, da der Eikern ganz an der Basis des Oogons liegt, und der Spermakern muß deshalb durch das ganze Ei hindurchwandern. Nach der Befruchtung begibt sich aber der Zygotenkern wieder an das Vorderende des Eies.

Beachtung verdient die bei *Chara crinita* vorkommende Parthenogenese; ♂ Exemplare dieser Spezies sind äußerst selten; an ♀ entwickelt sich ohne Anwesenheit von

Spermatozoiden die Eizelle in normaler Weise zur keimfähigen Oospore. ♂ Pflanzen von *Chara crinita* scheinen sich nur aus befruchteten Oosporen zu entwickeln, während ♀ Pflanzen aus befruchteten und auch aus unbefruchteten Oosporen entstehen. — Eine Reduktionsteilung ist bei den Characeen vor der Befruchtung nicht wahrzunehmen. Das Ei hat dieselbe Chromosomenzahl wie die ganze Pflanze.

Die Oosporen. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer festen Zellulosemembran, welche, anfangs farblos, später eine gelbliche bis bräunliche Färbung annimmt, während das Plasma undurchsichtig wird und sich noch mehr mit Reservestoffen füllt. Weitere Veränderungen erfolgen an der Hülle, welche diese Oosporen dauernd umschließt. Die Chlorophyllkörner der Hüllschläuche färben sich gelb, hochrot (*Chara crinita*) oder amarantrot (*Ch. coronata*), während im Krönchen grüne Farbe erhalten bleibt oder (*Nitella*) überhaupt fehlt. Die nach innen der Oospore anliegenden Wände der Hüllschläuche nebst der oberen Wand der basalen Zellen verdicken sich unter Einlagerung von Suberin und Kieselsäure und bilden so eine allseitig fest geschlossene, harte, undurchsichtige, oft mit Skulpturen versehene Schale (Hartschale, Kern, Nüßchen).

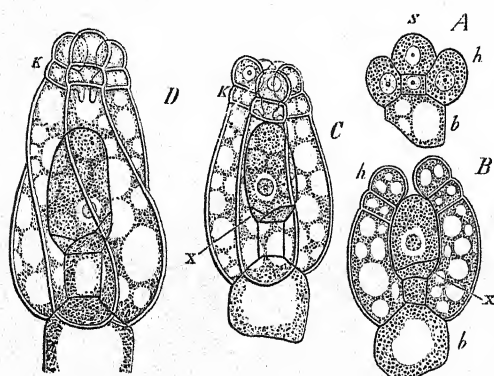


Fig. 334. *Nitella flexilis* Ag. A—D Entwicklung der Sporenknospe. b die Trägerzelle; h die Hüllschlauchanlagen; s Scheitelzelle des Sprosses; k Krönchen; x die Wendungszellen. (Nach Sachs.)

Diese kann, je nach der Spezies, glatt sein, Poren aufweisen oder auch spiralförmige Zeichnungen besitzen, die genau der Lage der Hüllschläuche entsprechen. Dieser Korkwand der Oospore liegt bei den meisten Arten der Gattung *Chara* sowie bei *Lychnothamnus barbatus* noch die Kalkschale auf, während die wenig veränderten äußeren Wände nebst dem Zellinhalt der Hüllzellen eine weiche Außenhülle bilden. Der Kalk wird in den Hüllschläuchen abgelagert und zeigt bisweilen Schichtung.

Die Keimung der Zygoten erfolgt nach einer Ruhezeit. Mitunter bleiben sie mehrere Jahre liegen und keimen erst nach starkem Frost oder Austrocknung. Es sammelt sich

dann am Vorderende reichlich Plasma, während die Stärkekörner etwas nach rückwärts wandern. Auf mitotischem Wege teilt sich dann der vorn im Protoplasma gelegene Kern, wobei, nach Öhlers, etwa 32 Chromosomen zum Vorschein kommen. Dann folgt sofort eine zweite Kernteilung, und zwar die Reduktionsteilung, bei der nur 16 Chromosomen zu zählen sind. Eine diploide Generation fehlt deshalb den Characeen ganz oder ist, wenn man will, auf den Ruhezustand der Zygoten und deren erstes Teilungsstadium beschränkt; haploid sind die Vorkeime, die erwachsenen Pflanzen und auch die Sexualorgane. In einer vor kurzem erschienenen Arbeit dagegen glaubt Tuttle (1924) nachgewiesen zu haben, daß die vegetative Pflanze die diploide Phase darstellt und daß die Reduktionsteilung in den Oogonien und Antheridien stattfindet. Nachdem diese zwei Kernteilungen vollzogen sind, bricht die keimende Oospore durch den in 5 Zähne sich spaltenden Scheitel der Hartschale der Frucht und teilt sich an der Austrittsstelle durch eine zur Längsachse der Zygote senkrecht stehende Wand in eine größere untere Zelle, welche in der Schale verborgen bleibt und durch die in ihr enthaltenen Reservestoffe dem Keimpflänzchen Nahrung bietet, und in eine kleine vordere, welche die erste Knotenzelle darstellt. Dabei gelangen drei Kerne in die erstere, um später zugrunde zu gehen, während der eine Kern in der Knotenzelle teilungsfähig bleibt. Die letztere Zelle teilt sich sofort durch eine Längswand, parallel zur Zygotenachse, in zwei nebeneinanderstehende, fast gleichartige Zellen, von welchen die eine zum Vorkeim, die andere zur sog. Hauptwurzel, dem ersten Rhizoid, heranwächst; an dessen Basis entspringen nach stattgefundenen Querteilungen noch mehrere Rhizoiden. Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß die junge Characeenpflanze nicht immer ihren Ursprung aus dem oberen, Strahlen entwickelnden Knoten des Vorkeimes nimmt, sondern auch aus dem unteren, dem Rhizoidenknoten des Vorkeimes,

entstehen kann. Viele Arten sind mehrjährig, einige fruchten schon im Frühjahr, die meisten im Sommer und Herbst.

Geographische Verbreitung. Die Characeen leben, an dem Boden festgewurzelt, sowohl in süßem wie brackischem Wasser, wo sie nicht zu viel von dem Strom und den Wellen angegriffen werden, und können hier ausgedehnte, untergetauchte Bestände bilden, die sich in bestimmten Tiefenregionen zu Gürteln ordnen. Sie kommen in allen Weltteilen vor, werden jedoch allmählich artenärmer und seltener gegen die arktischen und antarktischen Gegenden; einige Arten, wie *Chara foetida* und *Ch. fragilis*, sind kosmopolitisch; andere haben im Gegensatz hierzu nur eine sehr beschränkte Verbreitung. In Norwegen sind sie bis zu 69° nördl. Breite nachgewiesen und südwärts auf Kerguelen bis zu 49° südl. Breite. Am häufigsten sind sie in den warm temperierten Gegenden, in den Tropen kommen sie dagegen spärlicher vor. Sie bevorzugen die Ebene, werden aber auch in recht großen Höhen angetroffen. *Chara vulgaris* ist in der Schweiz bis zu 7000 Fuß, in Chile bis zu 10000 Fuß Höhe gefunden worden; *Nitella clavata* kommt in Peru bis zu 14000 Fuß vor usw.

Die Characeen sind wenig sauerstoffbedürftig und können deshalb das Leben im modernen Grunde gut ertragen. Dagegen sind sie ausgeprägte katarobe Pflanzen, die fast nur in reinem Wasser vorkommen. Sie gehören zu den ersten Pflanzen, welche verschwinden, wenn das Wasser in irgendeiner Weise, besonders durch Abwässer von Fabriken, verunreinigt wird.

Verwandtschaftsverhältnisse.

Die genetische Abstammung der Characeen ist zur Zeit recht dunkel, und es ist kaum möglich, etwas Sicheres darüber zu äußern. Sie scheinen in Wirklichkeit völlig isoliert zu stehen und bilden eine streng in sich abgeschlossene Gruppe. Weder im komplizierten Aufbau des vegetativen Sproßsystems noch in der Fortpflanzung zeigen die jetzt lebenden etwa 200 Arten von Characeen nennenswerte Ähnlichkeit mit den typischen Chlorophyceen, welche alle einfacher gebaut sind. Die Spermatozoiden sind denjenigen der Moose und der Farne sehr ähnlich, doch besteht im übrigen kaum nähere Verwandtschaft. Besonders ist der Vergleich mit den Moosen hinkend, weil der Generationswechsel jener Gruppe bei den Charen nicht auffindbar ist. Die Sporophytengeneration fehlt eben einfach. De Bary, Wille, Gobi und Strasburger sprechen von einem fernen Anschluß an die Siphoneen, sind aber auch dazu geneigt, die Characeen als eine besondere Gruppe den Florideen, Phaeophyceen usw. an die Seite zu stellen. Da die Verkalkung vieler Characeen die Aufbewahrung im fossilen Zustand gestattet, und da sie außerdem sehr gesellig wachsende Pflanzen sind, darf man die Hoffnung hegen, daß die Zukunft Licht in die dunkle Frage betreffs der Abstammung der Characeen bringen wird. Nach den neuesten sero-diagnostischen Untersuchungen sind die Charales als echte Grünalgen, also als Deszendenten der Siphoneen, zu betrachten, wie auch die oben genannten Forscher vermuteten.

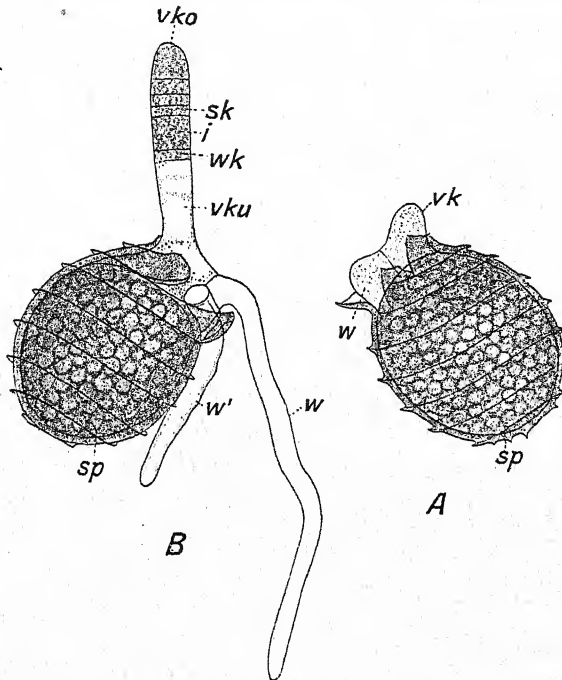


Fig. 335. Junge Keimungsstadien der Oosporenfrucht. *w* Wurzel; *vk* Vorkeim; *vko* oberer, *vku* unterer Teil desselben; *i* Internodium; *sk* Sproßknoten; *wk* Wurzelknoten. (Nach Oltmanns.)

Fossile Formen. Es sind bis jetzt eine ganze Reihe von fossilen Characeenfrüchten (inkl. *Gyrogonites* Lamck.) in den geologischen Ablagerungen von den tiefen Schichten des Paläozoikums bis zur Jetztzeit gefunden worden. Es sind aber meistens nur die Kalkschalen der Früchte erhalten (sog. Trochilischen und Sycdien); das Krönchen und die nicht verkalkte Trägerzelle fehlen stets. Aus amerikanischem Devon wird die Gattung *Chara* selbst angeführt. Der Thallus ist nur in seltenen Fällen in den jüngsten Süßwasserablagerungen wohl erhalten; meistens sind es nur kleine Bruchstücke von berindeten oder unberindeten Arten, die das Gestein als kleine gegliederte Röhren in allen Richtungen durchsetzen. Wahrscheinlich waren die Characeen ursprünglich marin und haben sich erst später, wie auch die altertümlichen Fischgruppen der Ganoiden und Lungenfische, in das Brack- und Süßwasser zurückgezogen. Ich verweise auf die Darstellung von Groves and Bullock-Webster, II, l. c. 1924, als die neueste, welche auch ausführliche Literaturhinweise bezüglich der fossilen Characeen enthält.

Einteilung der Familie.

- A. Fruchtkrönchen aus 2zelligen Hüllspitzen gebildet I. Nitelleae.
 - a. Blätter mit nur 1 blättchenbildenden Knoten, Blättchen die Blattspitze überragend, häufig wieder ebenso verzweigt; Antheridien gipfelständig auf den Blättern oder Blättchen vorletzter Ordnung 1. Nitella.
 - b. Blätter ungeteilt oder mit kürzeren Seitenblättchen; Antheridien terminal auf 1zelligen Seitenblättchen 2. Tolypella.
- B. Fruchtkrönchen aus 1zelligen Hüllspitzen gebildet II. Chareae.
 - a. Ohne Stipularkranz 3. Nitellopsis.
 - b. Mit Stipularkranz.
 - α. Sporenknospen unter den Antheridien stehend; unberindet; monözisch 4. Lamprothamnium.
 - β. Sporenknospen zwischen den Antheridien stehend; unvollkommen berindet oder unberindet; monözisch 5. Lychnothamnus.
 - γ. Diözisch oder monözisch; letzterenfalls Sporenknospen über dem Antheridium; berindet oder unberindet 6. Chara.

I. Nitelleae.

Stengel und Blätter stets unberindet. Die Blätter zu 5—8 in einem Quirl, ohne Stipularkranz, mit 1—3 blättchenbildenden Knoten, seltener einfach. Blättchen stark entwickelt, 1-, 2- oder mehrgliedrig, oft selbst wieder mit einem blättchenbildenden Knoten versehen, zuweilen mit Ausstrahlungen 3. und 4. Ordnung. Sporenknospen oft gesellig, direkt aus den Knoten der Blätter entspringend oder aus den Basilarknoten der Antheridien und Blätter (*Tolypella*), in letzterem Falle sehr kurz gestielt. Fruchtkrönchen aus 5 2zelligen Hüllspitzen gebildet, klein, farblos, bleibend oder hinfällig. Um die reife Oospore bildet sich kein Kalkmantel, sondern nur ein Holzzylinder.

1. *Nitella* Agardh, Syst. Alg. (1824) XXVII (Fig. 327, 331—334, 336A). — Blätter mit 2 oder mehreren Gliedern, aber nur mit einem blättchenbildenden Knoten, aus welchem die Blättchen entspringen, die entweder dem Endstück des Hauptstrahles gleich, ungeteilt, 1- oder mehrzellig oder selbst wieder mit einem blättchenbildenden Knoten versehen sind und stets den Hauptstrahl übergipfeln (daher »gabelteilige« Blätter), die letzten, sich nicht weiter teilenden Abschnitte 1- oder 2-, selten mehrzellig. Antheridien mit einer niedrigen, scheibenförmigen Stielzelle, stets terminal auf dem Mittelstrahl der Blätter oder auch der Blättchen. Sporenknospen einzeln oder mehrere beisammen, seitlich an Stelle von Seitenblättchen, bei monözischen Arten dicht unter dem Antheridium.

Ca. 109 Arten im Süß- und Brackwasser in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Anarthrodactylae* Groves et Bullock-Webster in The Ray Society, London 1920, 96 (*Monarthrodactylae* A. Br.). Endglied der Blätter 1zellig; Blätter meist nur einmal gabelteilig, ohne akzessorische Blätter, Krönchen zur Zeit der Befruchtung abfallend; a. Fortpflanzungsorgane mit Gallerthülle: *N. syncarpa* (Thuill.) Kütz. in Europa; *N. capitata* (Nees ab E.) Ag., außerdem auch in Afrika und Nordamerika; b. ohne Gallerthülle: *N. flexilis* Ag. (Fig. 334) monözisch, in Europa, Asien, Nordamerika und Chile; *N. opaca* Ag. diözisch, mit ähnlicher Verbreitung.

Sekt. II. *Arthrodactylae* Groves et Bullock-Webster, l. c., 1920, 110 (*Diarthrodactylae* et

Polyarthrodactylae A. Br.). Endglied der Blätter 2—6zellig; Krönchen bleibend. *a. Homoeophyllae* Bl. Akzessorische Blätter fehlen oder nur vereinzelt: einige diözische Arten in Australien und Ostindien; monözisch sind: *α) Coronatae* mit meist einmal gabelteiligen Blättern und sehr kurzen, ein unscheinbares Krönchen bildenden End- und Seitensegmenten, z. B. *N. translucens* (Pers.) Ag. (Fig. 336 A) in Europa und Nordafrika; *β) Mucronatae* mit längeren Endsegmenten, ganz kurzer Endzelle, meist mehrfach gabelteiligen Blättern, z. B. *N. mucronata* A. Br. in Europa, Asien, Afrika und Amerika; *N. gracilis* (Smith) Ag. ebenfalls weitverbreitet; *γ) Gloeocarpaceae* den vorigen ähnlich,



Fig. 336. A *Nitella translucens* (Pers.) Ag. a Blattspitze, vergrößert. — B *Tolypella nidifica* (Müll.) v. Leonh., in natürlicher Größe. (Original.)

aber mit Gallerthülle um die Fortpflanzungsorgane, z. B. *N. batrachosperma* (Rehb.) A. Br. ziemlich selten, in Europa; *δ) Brachydactylae* mit mehrfach geteilten Blättern und kurzen Endsegmenten: *N. polyglochis* A. Br. in Ostindien, mit verwandten Arten in Afrika, Süd- und Nordamerika. *b. Heterophyllae*. Quirle mit zahlreichen akzessorischen Blättern, z. B. *N. hyalina* (DC.) Kütz. fast überall verbreitet, aber mit zerstreuten Standorten.

2. **Tolypella** (A. Br.) Leonhardi in Lotos, XIII (1863) 72, et in Verh. Naturf. Ver. Brünn, II (1864) 158 (Fig. 336 B). — Blätter mit 1—3 blättchenbildenden Knoten und vielzelligem Endstück über dem letzten derselben, mit vielgliederigen und zuweilen selbst wieder mit einem blättchenbildenden Knoten versehenen Blättchen, die dem Hauptstrahl an Stärke nicht gleichkommen. Antheridien einzeln oder zu mehreren beisammen terminal auf 1zelligen Strahlen, welche aus dem Blattbasilarknoten oder aus dem 1. Blattknoten

entspringen. Sporenknospen in größerer Zahl die Antheridien umgebend, an den Knoten des Blattes oder an dem Blattbasilarknoten; fast stets monözisch.

14 Arten im Süß- und Brackwasser in allen Weltteilen, die meisten auf der nördlichen Halbkugel.

Sekt. I. *Conoideae* Groves et Bullock-Webster in The Ray Society, London 1920, 130 (*Acutifolia* Allen). Endzellen der Blätter kurz, ± kegelförmig und spitz. Die Hüllzellen der Oogonien an den Enden nicht angeschwollen. Krönchen persistent. Z. B. *T. intricata* (Trentep.) Leonh. in Europa und Afrika; *T. prolifera* (Ziz.) Leonh. in Europa und Amerika.

Sekt. II. *Allantoideae* Groves et Bullock-Webster, l. c. 1920, 135 (*Obtusifolia* Allen). Endzellen der Blätter stumpf. Hüllzellen der Oogonien an den Enden angeschwollen. Krönchen meist abfallend. Z. B. *T. glomerata* (Desv.) Leonh. in Europa, Asien, Afrika und Australien; *T. nidifica* (Müll.) Leonh. in Europa; *T. Normanniana* Nordst. im nördlichen Norwegen, sehr klein, mit nur wenigen Quirlen, auch an den Blättern des Vorkeims fruchtend; *T. hispanica* Nordst. in Spanien ist die einzige diözische Art.

II. Chareae.

Stengel und Blätter berindet oder unberindet. Die Blätter zu 6—12 in einem Quirl, am Grunde meist von einem einfachen oder doppelten Stipularkranz umgeben. Blätter vielgliederig, mit ± zahlreichen, blättchenbildenden Knoten, sehr selten mit einem einzigen. Blättchen (vom Basilarknoten abgesehen) stets 1zellig und ziemlich kurz. Antheridien stets seitlich, die Stelle von Blättchen vertretend, auf der Oberseite des Blattes, meist je 1 an einem Blattknoten, seltener mehrere. Sporenknospen gleichfalls auf der Oberseite des Blattes aus dem Blattknoten oder dem Basilarknoten des Antheridiums entspringend. Fruchtkrönchen aus 5 1zelligen Hüllspitzen gebildet, chlorophyllreich, bleibend; Sporenhülle oft eine Kalkschale im Innern ausbildend.

3. *Nitelopsis* Hy in Bull. Soc. Bot. France, Vol. 36 (1889) 398. (*Lychnothamnus* p. p. Braun in Braun et Nordstedt, Fragm. Mon. Charac. [1882] 102; *Tolypellopsis* Migula, Die Characeen [1890] 255; *Chara* p. p. auct. pl.; *Nitella* p. p. auct. pl.). — Nähert sich in seinem vegetativen Aufbau den *Nitelleae*, ja hat sogar bisweilen geteilte Blättchen; Berindung und Stipularkranz nur durch 3 kleine Zellen an der Blattbasis angedeutet; Stengelknöllchen sternförmig; diözisch; Sporenknospen einzeln oder zu 2 an Stelle von Seitenblättchen, die an dem fertilen Blatt nicht zur Entwicklung kommen; das Krönchen ist klein und flach; Antheridien meist einzeln an Stelle von Seitenblättchen oder zuweilen terminal auf kurzen (oder längeren) Seitenblättchen.

Nur 1 Art, *N. obtusa* (Desv.) Groves (*Chara obtusa* Desv., *Chara ulroides* Bert., *Chara stelligera* Reichenb., *Lychnothamnus stelligera* Braun, *Nitella Bertolonii* Kütz., *Nitelopsis stelligera* Hy) im Süßwasser in Europa und nördlichen Indien.

4. *Lamprothamnium* Groves in Journ. of Bot., Vol. 54 (1916) 337. (*Lamprothamnus* A. Braun in Braun et Nordstedt, Fragm. Mon. Charac. [1882] 100; *Lychnothamnus* A. Braun p. p. in Monatsber. Akad. Berl. [1867] 798; *Chara* p. p. auct. pl.). — Stengel unberindet; Stipularkranz einfach; monözisch; Sporenknospen mit 2 Brakteolen unter den Antheridien, aus deren Basilarknoten entstehend; Fruchtkrönchen hochgewölbt; Antheridien einzeln oder selten zu 2 an Stelle von Seitenblättchen.

Nur 1 Art, *L. papulosum* (Wallr.) Groves (= *Lamprothamnus alopecuroides* Braun = *Lamprothamnus papulosus* Beguinot et Tormiggini = *Lychnothamnus alopecuroides* Braun = *Lychnothamnus Wallrothii* Wahlst.) mit einigen Varietäten im Brackwasser in Europa und Afrika.

5. *Lychnothamnus* (Rupr.) Leonhardi in Lotos (1862) 72. — Stengel unberindet oder unvollkommen berindet, Blätter unberindet; Stipularkranz einfach, sehr entwickelt; Blättchen ringsum gleichmäßig entwickelt; monözisch; Sporenknospen zwischen den Antheridien, einzeln auf der Oberseite des Blattes, die Stelle eines Blättchens vertretend; Krönchen klein und flach; Antheridien 2—3 an den Seiten der Sporenknospen und ähnlichen Ursprungs.

Nur 2 Arten, *L. macropogon* A. Br. und *L. barbatus* (Meyen) Leonh., im Süßwasser in Europa, Asien und Australien.

6. *Chara* Vaillant in Hist. Acad. Roy. Sc. (1719) (Fig. 337). (*Charopsis* Kützing, Phycol. gen. [1843] 319; Phyc. germ. [1845] 257). — Stengel und Blätter bei einigen

Arten unberindet, häufiger beide oder nur der Stengel berindet; Quirle am Grunde meist mit einem doppelten, seltener mit einem einfachen Stipularkranz; Blättchen ringsum gleichmäßig oder häufiger auf der Oberseite des Blattes stärker entwickelt; monözisch; Antheridien in der Mittellinie der Oberseite des Blattes meist je 1, selten 2—3 an einem Blattknoten, die Stelle von Blättchen vertretend; Sporenknospen aus der obersten Zelle des Basilar-knotens des Antheridiums oder eines entsprechenden Blättchens entspringend, daher dicht über demselben anscheinend achselständig.

Etwa 80—90 Arten im Süß- und Brackwasser in allen Weltteilen.

Sekt. I. *Haplostephane* A. Braun, Consp. Char. Europ. (1867) 4. Nebenblätter in einfacher Reihe. *C. coronata* Ziz. zerstreut in Europa, auch z. B. in Ostindien, Nordamerika, mit unberindetem Stengel, je 1 Nebenblatt; ähnlich *C. australis* R. Br. u. a. in Australien und Ostindien; *C. scoparia* Bauer in Deutschland und Australien; *C. Hydropitys* Rehb. in Nord- und Südamerika, Ostindien und Afrika, mit verwandten tropischen Arten.

Sekt. II. *Diplostephane* A. Braun, l. c. 1867, 4. Nebenblätter in doppelter Reihe. a. mit unvollkommener Berindung: *C. imperfecta* A. Br. in Frankreich und Afrika; b. *Haplostichae* A. Br. Stengelrinde ohne Nebenreihen: *C. crinita* Wallr. (Fig. 337 A, 323 C) mit Haarbüscheln an den Rindenknotten, bekannt durch die Parthenogenesis, doch außerhalb Europas auch in ♂ Exemplaren vorkommend (Fig. 337 A). c. *Diplostichae* A. Br. Stengelrinde mit je 1 Nebenreihe zwischen den Hauptreihen; a) *Tylacanthae* A. Br., die Hauptreihen vorragend: *C. ceratophylla* Wallr. (Fig. 337 B) in Europa und Persien, *C. contraria* A. Br. in Europa, Amerika und Australien, *C. intermedia* A. Br. in Europa und Amerika; β) *Aulacanthae* A. Br., die Nebenreihen vorragend: *C. foetida* A. Br. überall verbreitet, *C. hispida* L. in Europa, Sibirien und Nordafrika. d. *Triplostichae* A. Br. Stengelrinde mit je 2 Nebenreihen zwischen den Hauptreihen; a) *Phlaeopodes* A. Br. Blätter vom Grunde an berindet: *C. aspera* (Deth.) Willd. in Europa, Nordafrika und Nordamerika, *C. fragilis* Desv. überall verbreitet; ein beschränktes Verbreitungsgebiet haben z. B. *C. galioides* DC. in Südwesteuropa und Nordwestafrika, *C. Kraussi* A. Br. in Südafrika, *C. tenuispina* A. Br. in Deutschland, *C. leptosperma* A. Br. in Mexiko; β) *Gymnopodes* A. Br. Das unterste Blattinternodium unberindet: *C. Martiana* A. Br. in Südamerika, *C. gymnopus* A. Br. in Nord- und Südamerika, Australien, Ostindien, Ostafrika.

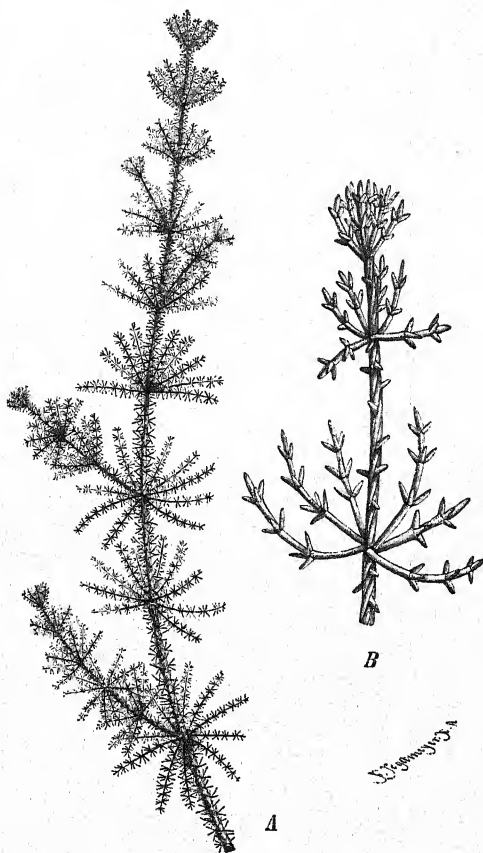


Fig. 337. A *Chara crinita* Wallr. — B *Ch. ceratophylla* Wallr., in natürlicher GröÙe. (Original.)

Nachträge zu Band 3.

Während des Druckes sind von den Chlorophyceen eine Reihe neuer Gattungen beschrieben worden, die hier nachträglich aufgeführt werden.

Volvocaceae.

I. Polyblepharidae.

Seite 44:

5 a. **Korschikoffia** Pascher, *Volvocales* in *Die Süßwasserflora Deutschl. usw.* H. 4 (1927) 101 (Fig. 338). — Zellen tropfenförmig asymmetrisch aus einer \pm eiförmigen, breit abgerundeten basalen Hälfte bestehend, vorne mit einem sehr langen, fast spitzen, verschmälerten, hyalinen, schraubig gedrehten Vorderende; stark metabolisch; der ganze Körper meist leicht schraubig, bisweilen zu anderthalb Windungen. Chromatophor parietal, muldenförmig, ohne Pyrenoid, nur den halben Umfang der Zelle auskleidend, das basale Ende ebenso wie das lang ausgezogene Vorderende ganz freilassend. Kern ungefähr in halber Höhe der Zelle gelegen. Stigma fehlt. Kontraktile Vakuolen vorn. Geißeln 2, von fast doppelter Körperlänge. Vermehrung durch Längsteilung. Asexuelle kugelige Cysten, mit leicht warziger Außenskulptur, sind bekannt; sie entlassen bei der Keimung ein einziges Individuum. Bisweilen treten auch 4geißelige Formen auf, wahrscheinlich Zygozoosporen, die lange beweglich sind und Hologamie vermuten lassen. Saproh.

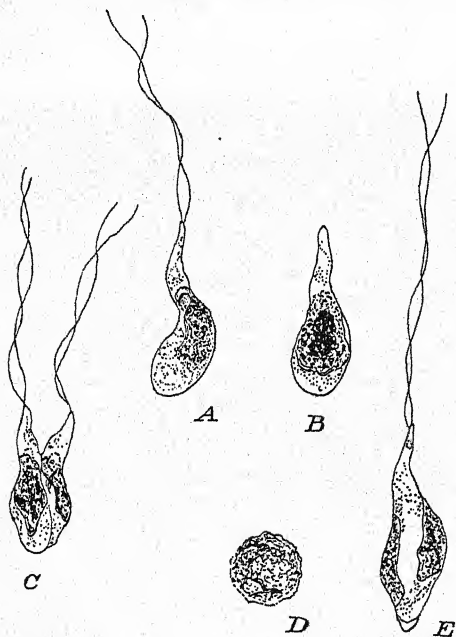


Fig. 338. *Korschikoffia guttula* Pascher. A Von der Seite, B von der gewölbten Rückenseite; C Teilungsstadium; D Cyste; E eine weniger schraubige, basal verschmälerte Form. (Nach A. Pascher.)

Bisher nur 1 Art beschrieben, *K. guttula* Pascher aus leicht brackischem Tümpelwasser an der Ostsee. Ähnliche sehr winzige Formen, manchmal mit einem gelblichen Chromatophor, kommen, nach Pascher, auch im Süßwasser vor.

Die Gattung zeigt große Ähnlichkeit mit *Spermatozopsis* Korschikoff, unterscheidet sich aber außer in der Zellform auch durch den konstanten Besitz von 2 Geißeln.

Seite 46:

10 a. **Trichloris** Scherffel und Pascher, *Volvocales* in *Die Süßwasserfl. Deutschl. usw.* H. 4 (1927) 103 (Fig. 339). — Zellen monosymmetrisch, bohnenförmig bis halbkugelig mit hochgewölbter, fast halbkreisförmiger Rückenlinie und gerader oder schwach ausgezogener Bauchseite, an beiden Enden stumpf bis fast abgerundet, das geißeltragende Vorderende jedoch manchmal deutlich spitzer als das Hinterende. Vom Ende gesehen sind die Zellen hochgewölbt, mit flacher oder nur wenig vorgewölbter, doch ausgerandeter Bauchseite: von oben oder von unten gesehen sind sie breit eiförmig-elliptisch, gegen das geißeltragende Ende etwas verschmälert. Membran zart, nur als Periplast entwickelt.

Chromatophor groß, mit leicht lappigem Rande, fast die ganze, gewölbte Rückenseite auskleidend, nur die Bauchseite und die Zellenden freilassend. Zwei Pyrenoide, die fast rückenständig zu beiden Seiten symmetrisch, manchmal in der Längsrichtung gegeneinander verschoben liegen, mit zahlreichen kleinen Stärkekörnchen, die schalenartig das Pyrenoid umschließen. Stigma verhältnismäßig klein, elliptisch, im hinteren Teil — bisweilen fast am hinteren Rande des Chromatophoren gelegen. Der Kern liegt in der Mediane etwas dem Vorderende genähert und manchmal mehr auf die Bauchseite zugerückt. Mehrere kontraktile Vakuolen liegen, anscheinend ohne bestimmte Gesetzmäßigkeit, auf der Bauchseite, einige in der Nähe des vorderen Endes. Geißeln 3, nicht genau am Vorderende, sondern etwas hinter demselben inseriert. Bauchseite gegen das Vorderende etwas grubig vertieft, die grubige Vertiefung manchmal etwas rinnenförmig gegen das Hinterende auslaufend und gegen die Mitte der Zelle hin verstreichend. Geißeln dreimal so lang

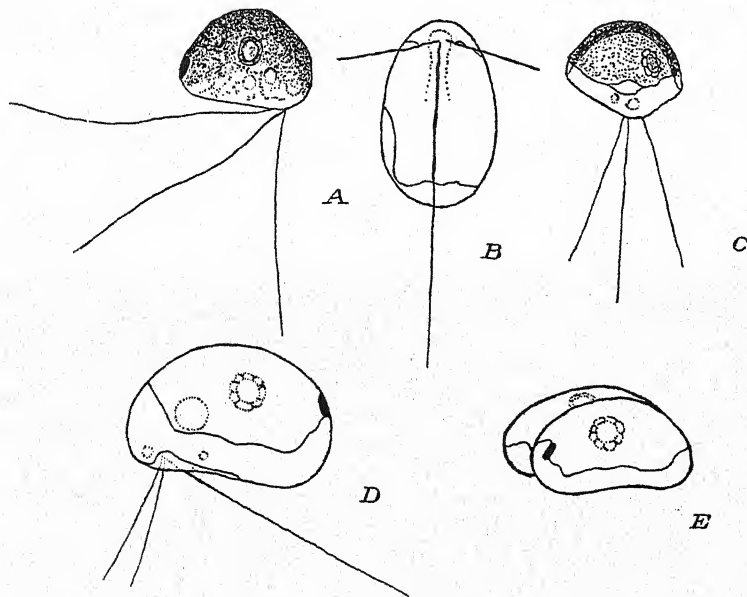


Fig. 339. *Trichloris paradoxa* Scherffel und Pascher. A Zelle von der Seite, B von unten, C vom Vorderende; D Umrißfigur, um die vordere leichte Einkerbung zu zeigen; E Teilungsstadium. (Nach A. Scherffel.)

als die Zelle: zwei median, symmetrisch zueinander orientiert, die dritte, anscheinend in der Mediane selber, ist häufig etwas länger und stärker als die beiden anderen. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande: die Zelle spaltet sich von der Rückseite wie auch vom Hinterende her rascher durch als von der Bauchseite und dem Vorderende. In der Zelle kommen immer einige stark lichtbrechende Körperchen zum Vorschein; sie sind nach der Zellteilung in geringerer Zahl vorhanden, und reichern sich vor der Teilung etwas an; ihr Vorkommen ist übrigens nicht konstant. Sonstiges unbekannt.

Nur 1 Art, *T. paradoxa* Scherffel und Pascher im Süßwasser in Europa.

Infolge Bau und Vermehrung stellt sie eine wahre Polyblepharidee dar, weicht aber von allen anderen Polyblepharideen durch die Geißelzahl ab. Da aber hier die eine, unpaare Geißel dicker ist als die anderen beiden, ist es nicht unmöglich, daß diese dritte Geißel einem verwachsenen Geißelpaare entspricht. In der Form der Zellen und Befestigung der Geißeln zeigt sie große Übereinstimmung mit *Cymbomonas* Schiller (Seite 60).

Seite 46:

10 b. *Raciborskiella* Wislouch, Przyczynek do biol. solnisk i genezy szlamow Jeczniczych na Krimie in Acta Soc. Bot. Polon. 2 (1924) 19, Tab. III, Fig. 9 a—f (Fig. 340). — Kolonien aus radiär stehenden, basal miteinander vereinigten Zellen gebildet, ohne über-

schichtende Gallerthüllen. Einzelzellen gestreckt ei-kegelförmig, beiderseits abgerundet, mit den häufig etwas ausgezogenen schmälere Basalenden untereinander zu 2—16 befestigt. Chromatophor muldenförmig, im oberen Teil der Zelle eine größere oder kleinere Partie freilassend, blaßgrün, mit einem basalen Pyrenoid; ein strichförmiges Stigma in der vorderen Hälfte der Zellen. Kontraktile Vakuolen fehlen. 2 gleichlange Geißeln von zweimal Körperlänge. Im vorderen Teile der Zellen Öltröpfchen. Teilung im beweglichen Zustande; oft zerfallen die Kolonien in ihre Einzelzellen, die durch Teilungen wieder neue Kolonien ergeben. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Hologamie, indem die Einzelzellen angeblich unbeweglich werden; sie nehmen dann birnförmige Gestalt an und zeigen auch eine andere Neigung und Haltung der Geißeln. Diese veränderten Zellen sollen zu Gameten werden, die zu viergeißeligen mit 2 Stigmen versehenen Zygozoosporien kopulieren, aus denen direkt, ohne Ruhestadium, wieder vegetative Kolonien entstehen.

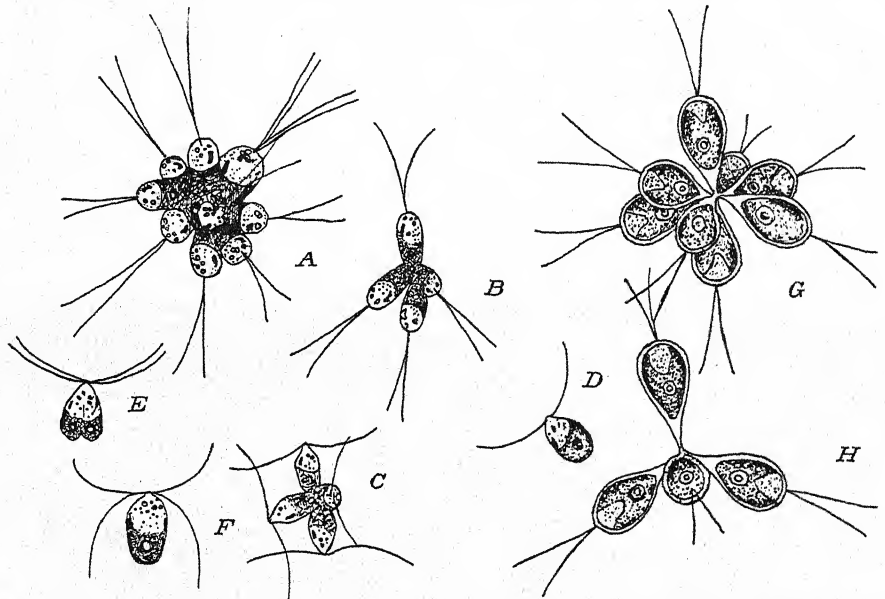


Fig. 340. A—F *Raciborskiella salina* Wisl. A Eine große Kolonie; B kleine Kolonie; C Kolonie, deren Zellen in Gameten übergehen; D ein freier Gamet; E kopulierende Gameten; F Zygozoospore mit 4 Geißeln und 2 Augenflecken. — G, H *Raciborskiella uroglenoidea* Swirenko; G größere und H kleinere Kolonie. (A—F nach St. Wislouch; G, H nach Swirenko).

2 Arten, *R. salina* Wislouch in einem Sumpf, Michailowo bei Saki und *R. uroglenoidea* Swirenko in einem Sumpf in der Umgebung Jekaterinoslaws gefunden.

Nach dem Autor gehört diese Gattung zu den Polyblepharideen, und sie ist die erste koloniebildende Form, die unter dieser Unterfamilie bisher bekannt ist.

II. Chlamydomonadeae.

Seite 47:

12 a. **Sphaerellopsis** Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 (1925) 186 und 196 (Fig. 341). (Inkl. *Chlamydococcus* Stein, Der Organismus der Flagellaten [1878] Tab. XV. Fig. 58). — Protoplast gestreckt ellipsoidisch bis dick spindelförmig, in der Mitte deutlich erweitert, nach hinten abgerundet oder manchmal in einen bisweilen umgebogenen Endteil \pm ausgezogen, von einer weit abstehenden, kugelig-ellipsoidischen, zarten Gallerthülle umgeben, jedoch gewöhnlich mit beiden Enden bis an die äußere Hülle sich erstreckend; der Zwischenraum zwischen Hülle und Protoplasten von einer zarten Gallerte ausgefüllt. Bisweilen ist um die abstehende Hülle noch eine zweite Gallerthülle vorhanden, deren Bildung noch nicht aufgeklärt ist. Der Protoplast ist von einem zarten Periplasten umgeben, der jedoch Metabolie nicht ausschließt, aber stets ohne radiäre, pseudopodiale, die

Gallerte durchsetzende Auszweigungen. Geißeln 2 etwa $1\frac{1}{2}$ –2mal körperläng und je nachdem ob der Protoplast mit seinem Vorderende bis zur Hülle reicht oder diese nicht erreicht entweder durch eine gemeinsame Öffnung oder aber durch zwei etwas divergierende Röhrchen austretend. Chromatophor parietal, topfförmig, mit massivem Basalstücke, das mit seiner Vorderfläche ungefähr bis zur Mitte der Zelle reicht, während das median im Basalstück gelegen; Kern in der vorderen Hälfte der Zelle; Stigma oval, vor der Mitte der Zelle, kann aber auch fehlen; kontraktile Vakuolen zwei, im farblosen Vorderende. Vermehrung durch Teilung der Protoplasten, als Längsteilung beginnend, bei nachheriger Verschiebung der Protoplasten in der Hülle mehr schief, meist 4 Tochterzellen gebend. Bei der Teilung können sich die Tochterzellen in bezug auf die Entwicklung

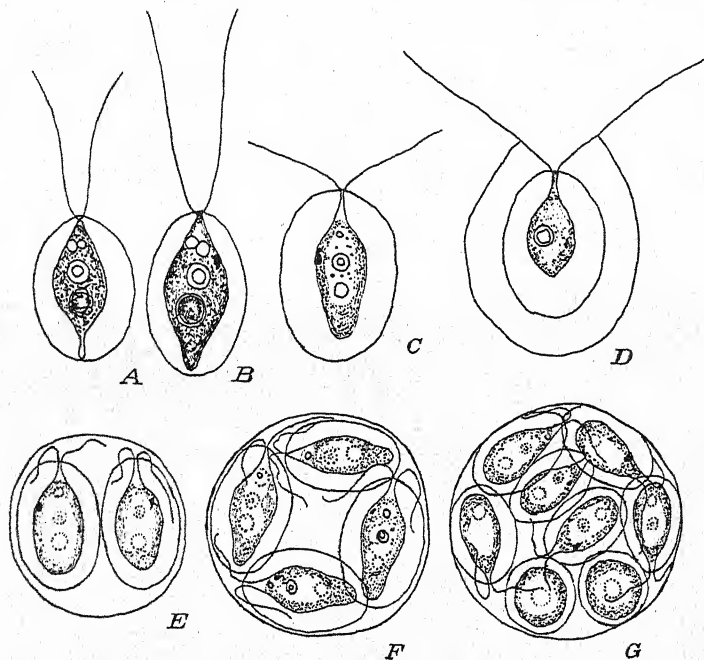


Fig. 341. *Sphaerellopsis fluvialis* (Stein) Pascher. A–C Vegetative Zellen mit Hüllen und Protoplasten; D Zelle mit Außengallerte, wohl eine beginnende Palmellisation; E–G verschiedene Teilungsstadien. (A, B, D nach A. Korschikoff; C, E–G nach Stein.)

der Hülle verschieden verhalten; entweder treten sie mit enganliegender Membran aus, die sich erst später in charakteristischer Weise erweitert, oder aber die Hülle wird in ihrer definitiven Form bereits innerhalb der Mutterzelle an den jungen Tochterzellen gebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung bei Kopulation kleiner gestreckt eiförmig–spindelförmiger Gameten, die bis zu 8 in ihrer Mutterzelle entstehen; sie zeigen eine zarte enganliegende Membran, haben 2 Geißeln von etwa 3mal Körperlänge und einen Chromatophor, im Prinzip wie bei den vegetativen Zellen, nur häufig etwas einseitig verlagert. Zygoten sind nicht beobachtet worden. Außerdem ist Palmellisation bekannt.

Bisher nur 1 sichere Art, *S. fluvialis* (Stein) Pascher (= *Chlamydococcus fluvialis* Stein = *Sphaerellopsis crassicauda* Korschikoff) an verschiedenen Lokalitäten in Europa; sie scheint besonders Torfsümpfe vorzuziehen. Es liegen aber hier möglicherweise mehrere Arten vor.

Diese Gattung sieht bei oberflächlicher Betrachtung einem *Haematococcus* ähnlich; diese beiden Gattungen unterscheiden sich jedoch durch mehrere in systematischer Hinsicht wichtige Charaktere. So besitzt *Haematococcus* u. a. die sehr charakteristischen radiären Fortsätze der Protoplasten, mehr als ein Pyrenoid und zahlreiche kontraktile Vakuolen. Sie haben daher systematisch wohl nichts miteinander zu tun, und ihre nächsten Verwandten sind sicher unter den Chlamydomonadeen zu finden.

12 b. **Platychloris** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserfl. Deutschlands usw. H. 4. (1927) 331 (Fig. 342). — Zellen sehr klein, stark zusammengedrückt, im Umriss elliptisch-eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne schwach verschmälert, nicht ausgerandet; von der Seite gesehen sind die Zellen gestreckt elliptisch bis sechsmal länger als breit. Membran sehr zart, manchmal ein wenig abstehend, besonders im hinteren Teil. Geißeln 2, sehr lang, bis viermal so lang wie die Zelle. Chromatophor als ein winziges, manchmal nur einer Breitseite anliegendes einfaches Plättchen entwickelt, das, basal etwas zur Seite gerückt, kaum ein Drittel der Zelle einnimmt und mehr oder weniger schief abgeschnitten ist und kaum über die halbe Höhe der Zelle hinausragt. Pyrenoid fehlt, ein Stigma ist auch nicht zu beobachten; dagegen ist manchmal, aber nicht immer, eine kontraktile Vakuole im Vorderteil der Zelle zu sehen, wegen ihrer Kleinheit wahrscheinlich häufig der Beobachtung entzogen. Vermehrung durch Teilung des Protoplasten, wodurch vier Tochterzellen innerhalb der erweiterten Muttermembran gebildet werden. Bewegung der Zellen sehr rasch und, wahrscheinlich wegen ihrer abgeflachten Form, flatternd.

1 Art, *P. minima* Pascher, eine ausgesprochen planktonische Alge, die bisher nur in Böhmen gefunden ist.

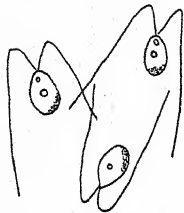


Fig. 342. *Platychloris minima* Pascher.
(Nach A. Pascher.)

12 c. **Phyllomonas** Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie Tom. IV, 3—4 (1925) 174 und 193 (Fig. 343). — Zellen stark abgeflacht, bisweilen fast blattdünn, mitunter leicht längsschraubig gedreht, von der Breitseite gesehen verkehrt eiförmig-elliptisch, manchmal mit etwas unregelmäßigem Umriss, vorne breit abgerundet und in der Mitte \pm ausgerandet, hinten breit abgerundet stumpf oder bisweilen etwas ausgezogen. Membran zart, dicht anliegend. Geißeln 2, von halbkörperlang bis über Körperlänge; Bewegung langsam unter Rotation. Chromatophor zart, topfförmig und parietal, bisweilen sehr blaß, oft feinnetzartig oder gestreift, bisweilen nicht scharf begrenzt, häufig mit zahlreichen Spalten und Rissen, die gegen den Vorderrand größer und unregelmäßiger werden; einzelne Lappen des Chromatophoren können auch völlig isoliert liegen. Pyrenoide zahlreiche, von verschiedener Größe, unregelmäßig verteilt. Zellkern weit vorne gelegen. Ein fleckförmiges Stigma am Rande der Zelle etwa in der halben Zellhöhe oder etwas höher, kann aber auch fehlen. Zahlreiche kontraktile Vakuolen im ganzen Protoplasten verteilt. Vermehrung durch Teilung in beweglichem Zustand erst der Länge nach, aber durch spätere Verschiebung des Protoplasten zu einer schiefen Querteilung übergehend, wobei 2—4 Tochterzellen gebildet werden. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von 2geißeligen Heterogameten; ♀ Gameten zu zweien oder vierten in jeder Mutterzelle gebildet, mit sehr zarter Haut, beweglich, von gleichem Bau wie die vegetative Zelle; Zellkern aber mehr seitlich, fast an der Membran liegend. ♂ Gameten entstehen zu 16—32—64 in einer Zelle, sie sind ohne Membran, beim Austreten kugelig bis gestreckt birnförmig, später sich aber streckend und die Gestalt typischer Spermatozoiden annehmend, mit seitlichem Chromatophor, einem einzigen Pyrenoid und 2 sehr langen Geißeln. Die Zygote ist eiförmig-ellipsoidisch, anfänglich bis zu 20 Tagen), geht aber schließlich in den Dauerzustand über. Bei der Keimung der Zygote werden 4 nackte Schwärmer gebildet, welche erst später die Membran ausbilden und die abgeflachte Form annehmen. Außerdem sind auch asexuelle Cysten angegeben, die aus den vegetativen Zellen gebildet werden sollen. Hierbei soll die Zelle ihre flache Gestalt einbüßen, sich vergrößern, Hämatochrom speichern und einen runden Querschnitt bekommen. Es handelt sich wohl hier um Bildung von Ruheakineten. Diese asexuellen Cysten sind von den sexuell gebildeten Zygoten morphologisch nicht unterscheidbar. Bei ihrer Keimung werden 4 Zoosporen gebildet, die allmählich zu normalen vegetativen Zellen heranwachsen.

3 Arten, *Ph. phacoides* Korschikoff, *Ph. striata* Korschikoff und *Ph. caeca* Pascher in Tümpeln und Wiesengraben mit faulendem Wasser in Rußland und Böhmen gefunden.

Die Gattung *Phyllomonas* sieht *Scherffelia* etwas ähnlich, doch besitzt die letzterwähnte eine derbe an den Kanten kiel förmig erweiterte Membran, plattenförmige, pyrenoidfreie Chromatophoren und 4 Geißeln. Die bei der Gattung *Phyllomonas* auftretende extreme Heterogamie erinnert an gewisse *Chlamydomonas*-Arten: *Chl. Braunii* und *Chl. coccifera* (S. 36, Fig. 19).

12 d. **Thorakomonas** Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 (1925) 166 und 192 (Fig. 344). — Zellen im Umriss elliptisch bis unregelmäßig eckig, seitlich abgeflacht, daher im Querschnitt ovalrund-abgerundet viereckig mit derber, leicht gelatinöser, bisweilen abstehtender, verdickter Membran, die durch mannigfache, stellenweise oft mächtige Ein-

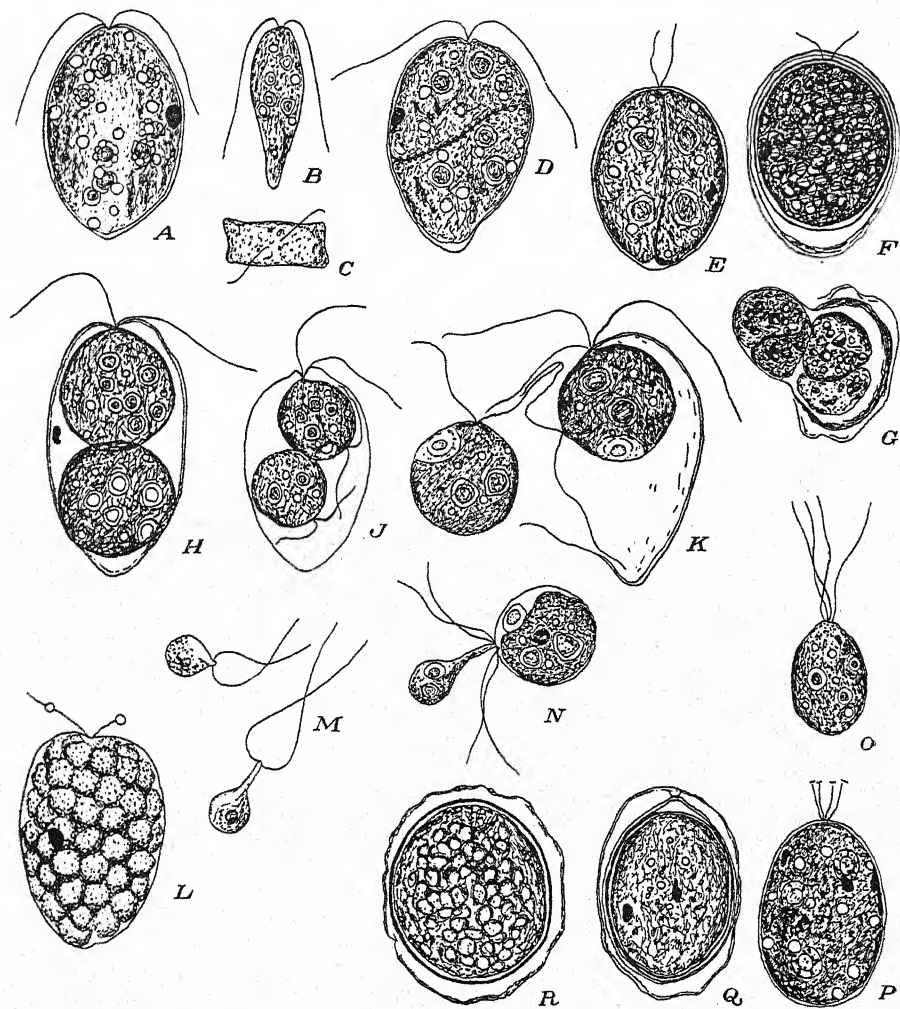


Fig. 343. *Phyllomonas striata* Korschikoff. A Vegetative Zelle von der Breitseite, B von der Schmalseite und C von oben gesehen; D, E Teilungsstadien, D eine schiefe Längsteilung, E Längsteilung; F Cyste, von einer vegetativen Zelle gebildet; G Keimung der Cyste; H, J Zellen in Bildung von ♀ Gameten; K Ausschlüpfen der ♀ Gameten; L Bildung von ♂ Gameten; M freie ♂ Gameten; N Kopulationsstadium; O bewegliche 4 geißelte Zygote (Zygozoospore); P—R weitere Stadien in der Entwicklung der Zygoten. (Nach A. Korschikoff.)

lagerungen von Eisenoxydhydrat ganz rau und derb erscheinen kann, und oft ganz undurchsichtig tiefbraun bis schwarz wird. Diese Membran besteht aus einer inneren dichteren Schicht und einer äußeren mehr gelatinösen, auf die die Einlagerung von Eisenoxydhydrat erfolgt. Chromatophor topfförmig, im hinteren Teil verdickt, mit einem oder mehreren Pyrenoiden im massiven Basalstück, hinter der Zellmitte; Zellkern vor dem Pyrenoid; Stigma oval, in der vorderen Zellhälfte gelegen; im vordersten Teil der

Zelle sind zwei kontraktile Vakuolen sichtbar. Geißeln 2, körperlang, durch zwei Öffnungen in der Hülle austretend. Vermehrung durch Teilung, erst Längsteilung mit nachfolgender Drehung des Protoplasten. Die jungen Tochterzellen sind völlig *Chlamydomonas*-artig, mit zarter Membran; sie werden frei, indem die Muttermembran der Länge nach ganz unregelmäßig von vorn nach hinten zerrissen wird, jedoch nicht bis zum hinteren Ende und nie zu zwei Hälften längs einer Naht — wie bei den Phacoteen. Außerdem sind kleine nackte Schwärmer bekannt; sie besitzen einen kleinen lateralen, fast gürtelförmigen Chromatophor, mit einem Pyrenoid in der Mitte der Zelle, einem Stigma etwas hinten und einem ganz hinten liegenden Zellkern. Sie dürften Gameten sein, aber ihre Kopulation ist nicht beobachtet worden.

2 Arten, *T. sabulosa* Korschikoff und *T. irregularis* Korschikoff, beide in Süßwassertümpeln in Rußland gefunden, haben aber wahrscheinlich eine weitere Verbreitung.

Die Gattung *Thorakomonas* scheint gegen *Chlamydomonas* nicht scharf abgegrenzt zu sein;

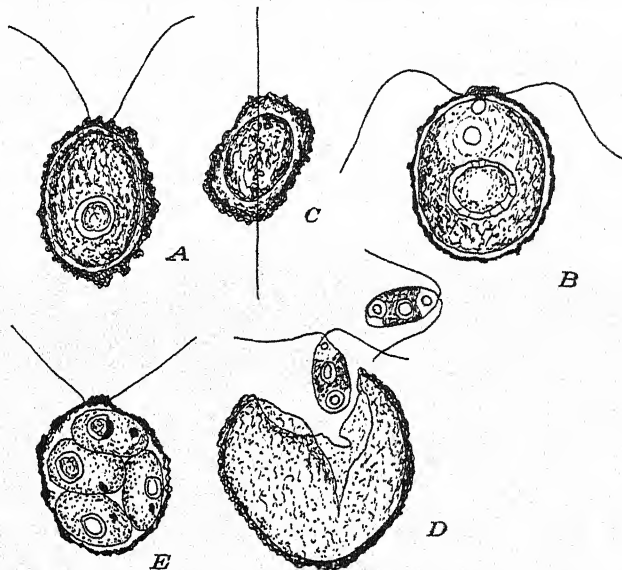


Fig. 344. A—D *Thorakomonas sabulosa* Korschikoff. A und B Zellen von der Breitseite, C von oben gesehen; D Ausschlüpfen von Tochterzellen (Gameten?) aus der durch eine unregelmäßige Spalte geöffneten Mutterhülle. — E *Thorakomonas irregularis* Korschikoff. Zellen mit Tochterindividuen gefüllt. (Nach A. Korschikoff.)

es gibt *Chlamydomonas*-Arten (wie auch Carterien, Polytomeen u. a.) die ebenfalls die Membran verschleimen lassen und Eisenoxydhydrat aufspeichern. Unter welchen Bedingungen dieser Vorgang bei den *Chlamydomonas*-Arten erfolgt, ist aber nicht ganz klar. Möglicherweise sind Eisenbakterien dabei beteiligt.

Thorakomonas sieht bei oberflächlicher Betrachtung einem *Coccomonas* ähnlich; diese letzte Gattung besitzt aber eine feste Kalkschale und nur eine einzige Öffnung für die beiden Geißeln; ferner zerfällt die Kalkschale, die übrigens auch durch Eisenoxydablagerungen bräunlich bis schwarz gefärbt sein kann, bei *Coccomonas* bei dem Freilassen der Tochterzellen immer in 2 annähernd gleiche, mit zackigen Bruchrändern versehene Hälften. Hierdurch ist *Thorakomonas* von den Phacoteen scharf getrennt.

12 e. **Wislouchiella** Skvortzow in Proceedings of the Sungari river biological station, Vol. I, No. 1 (1925) (Fig. 345). — Protoplast eiförmig-elliptisch, wahrscheinlich leicht flachgedrückt, in einer derbwandigen Hülle lebend. Hülle bräunlich gefärbt, fein warzig, zusammengedrückt, von Protoplasten deutlich absteheend, von der Breitseite breit eiförmig bis herzförmig, am Vorderende schwach ausgerandet; am Hinterende ist die Hülle in einem kegelförmigen oder zylindrischen, ± stumpf abgeschnittenen Hörnchen ausgezogen; 2 ähnliche, manchmal leicht gekrümmte, nicht kompakte, sondern hohle Fortsätze gehen auch von jeder Breitseite aus, der vordere schräg nach vorwärts, der hintere

schräg nach rückwärts gekehrt. Chromatophor glockenförmig, mit einem Pyrenoid. 1—2 pulsierende Vakuolen und ein roter Augenfleck vorhanden. Geißeln 2, über körperlang im eingedrückten Vorderende inseriert. Vermehrung und Fortpflanzung ganz unbekannt.

Nur 1 sehr wenig bekannte Art. *W. planctonica* Skvortzow, bisher nur in einem See in der Sungari River Vally, in der Nähe von Harbin, Manschuria, gefunden.

Da diese Gattung nur sehr unvollständig bekannt ist, bleibt ihre systematische Stellung unsicher; über die Beschaffenheit der Hülle wissen wir fast nichts. Vorläufig betrachte ich *Wislouchiella* als eine in einer abstehenden, derben Schale lebende *Chlamydomonas*, eine Parallelform zu *Fortiella* und *Pedinopera* unter den 4geißeligen Carterioideen, indem ich voraussetze, daß die Schale nur aus einem Stück bestehe. Ein *Chlamydomonas* mit weit abstehenden, zwar aber zarten Hülle bildet *Sphaerellopsis*, die als ein Übergang zwischen *Chlamydomonas* und *Wislouchiella* angesehen werden kann. Wegen ihrer derben Schale sieht *Wislouchiella* verschiedenen Phacoteen ähnlich, doch besteht hier die Schale immer aus 2 ziemlich gleichartigen Schalenhälften.

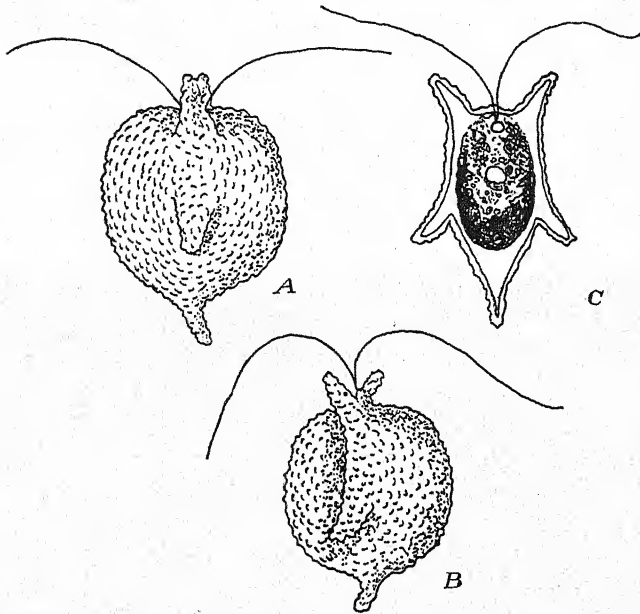


Fig. 345. *Wislouchiella planctonica* Skvortzow. A, B Individuen von der Breitseite; C Individuum von der Schmalseite im optischen Querschnitt. (Nach B. W. Skvortzow.)

Auch sind wir ganz im unklaren, wie viel systematischer Wert der Geißelzahl beigemessen werden soll; nach den neusten Entdeckungen sieht es so aus, daß der Zahl der Geißeln vielleicht nicht die grundlegende systematische Bedeutung zugeschrieben werden kann, wie man früher glaubte. Schiller hat jedenfalls bei der von ihm (1927) beschriebenen Gattung *Chloroceras* gefunden, daß hier die Zahl der Geißeln zwischen 1 und 2 schwanken kann, bei zwischeneinander lebenden und sonst nicht die geringsten morphologischen Abweichungen aufweisenden Individuen. Es ist sehr zu wünschen, daß diese Frage bald näher untersucht wird.

Seite 48:

13 a. **Chloroceras** Schiller, Über Bau und Entw. der neuen Volvocengattung *Chloroceras* in Österr. Bot. Zeitschr. Bd. LXXVI (1927) 1—14 (Fig. 346). — Zellen asymmetrisch oder symmetrisch, kugelig-unregelmäßig polyedrisch mit hornartigen, spitzen und stumpfen Fortsätzen oder fast kippel-halbmondförmig seitlich etwas abgeplattet. Membran derb und glatt, ohne Metabolie, die hornartigen Fortsätze bis knapp unter der Spitze hohl, so daß der Protoplast teilweise in sie hineindrängt. Chromatophor grün, parietal, der Zellwand dicht anliegend. Pyrenoid und Stigma vorhanden. Assimilationsprodukt Stärke, die der ganzen Zelle bisweilen ein fast warziges Aussehen verleihen kann. Pulsierende Vakuolen mitunter sichtbar. Geißel 1, dick und kräftig, selbst im Leben deutlich sichtbar, von mehr als Körperlänge; sehr selten kommen Individuen mit 2 und zwar immer gleich-

langen Geißeln vor. Vermehrung im beweglichen Zustand durch nackte Zoosporen, die zu 4 oder 8 in der Mutterzelle entstehen; sie sind von der typischen Gestalt der Chlamydomonadeen, rundlich-oval bis kugelig und wachsen allmählich zu der abweichenden Gestalt der Mutterzelle heran. Die Zoosporen gelangen durch eine am Geißelpol entstehende Öffnung ins Freie, und erst kurz vor dem Ausschlüpfen verliert die Mutterzelle ihre Eigenbewegung. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt.

2 Arten, *Chl. corniferum* Schiller und *Chl. lobatum* Schiller, bisher nur in kleinen zeitweiligen

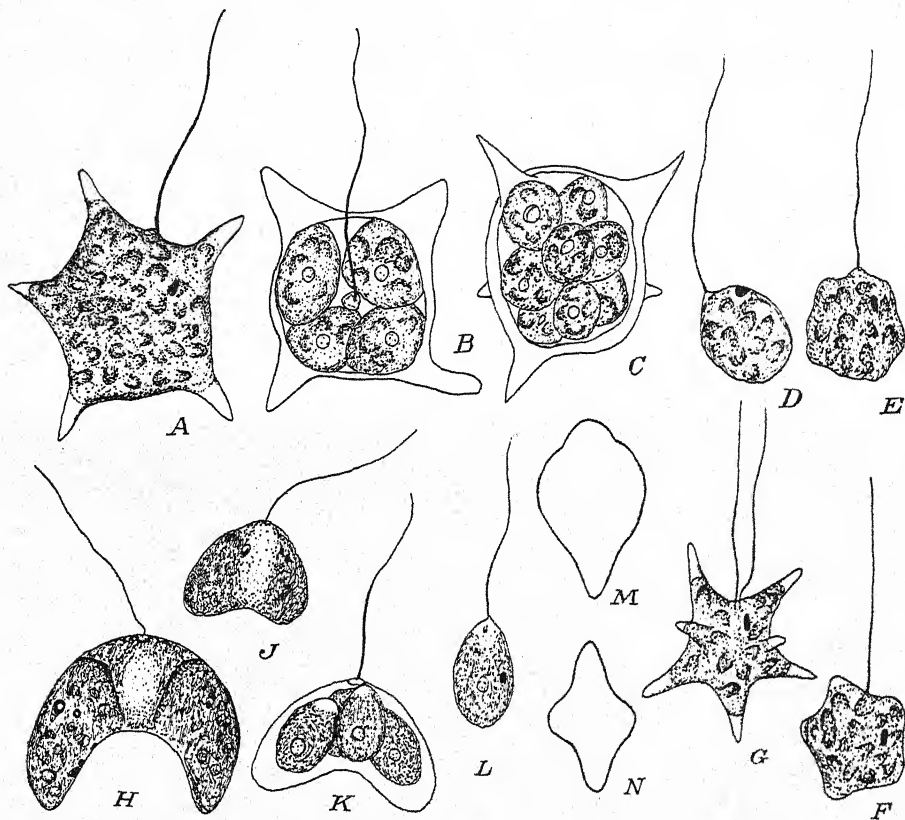


Fig. 346. A—G *Chloroceras corniferum* Schiller. A Erwachsenes Individuum, die Hörner liegen nicht in einer Ebene, im Zellinnern reichlich Stärke vorhanden; B Zelle mit 4 Zoosporen, die Geißel der Mutterzelle bleibt erhalten und jene beweglich, Geißelpole sichtbar; C Mutterzelle mit 8 Zoosporen; D eben ausgeschlüpfte Zoospore; E—G verschiedene Stadien in der Entwicklung der Zoospore, G ist etwa 16 bis 18 Stunden alt. — H—N *Chloroceras lobatum* Schiller. H Zelle in breiter Seitenansicht von halbmondförmiger Gestalt; J eine kleinere Zelle von dem am häufigsten vorkommenden Aussehen; K Zelle mit 4 Zoosporen; L Zoospore unmittelbar nach dem Ausschlüpfen; M schematische Darstellung einer Zelle von der schmalen Seite gesehen, N von oben gesehen und im optischen Durchschnitt (in etwa halber Zellhöhe). (Nach Jos. Schiller, 1100/1.)

Grundwassertümpeln bei Wien gefunden; beide sind α - β -mesosaprob. Diese beiden Arten sind so verschieden, daß sie wahrscheinlich besser zu 2 verschiedenen Gattungen gerechnet werden müssen.

Diese Gattung ist besonders durch ihre bis auf 1 reduzierte Geißelzahl charakteristisch, es ist aber sehr bemerkenswert, daß bisweilen auch 2geißelige Individuen, die sonst aber nicht die geringste morphologische Abweichung zeigen, zu finden sind. Auch durch die Morphologie der Zellen nimmt die Gattung eine besondere Stellung ein. Die Vermehrung, Bildung von Stärke, Unterbleiben der Blaufärbung der Chromatophoren bei Einwirkung von HCl charakterisieren die Alge als eine echte *Volvocacea*, und zwar durch ihren Teilungsmodus, Membran und Gestalt der Jugendstadien der Zoosporen als eine zu der sehr formenreichen und wohl recht künstlichen Unterfamilie *Chlamydomonadeae* gehörige Gattung — trotz des Besitzes nur einer einzigen Geißel. Die bisweilen auf-

tretenden 2geißeligen Individuen zeigen eine Anknüpfung an die 2geißeligen Chlamydomonaden, und ich bin vorläufig dazu geneigt, diese besondere Gattung *Brachiomonas* an die Seite zu stellen.

Seite 48:

14 a. **Diplostauron** Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 (1925) 182 und 195 (Fig. 347). (*Lobomonas* Hazen p. p., New British and American Species of *Lobomonas* in Bullet. Torrey Bot. Club, 49 [1922] 124). — Zellen zylindrisch bis leicht kissenförmig flachgedrückt, im Umriß prismatisch, stumpf vierkantig mit schwach eingebogenen Seiten, hinten leicht eingebuchtet, am Vorderende etwas ausgezogen bis kurz kegelig verschmälert, wodurch die Zellen im optischen Längsschnitt eine gestreckt fünfeckige Gestalt erhalten; sie sind meist der Länge nach schwach gedreht, so daß die beiden Enden um 45° gegen-

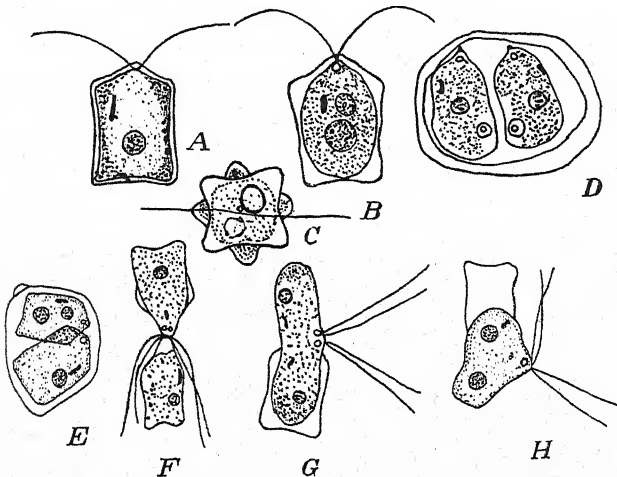


Fig. 347. *Diplostauron pentagonum* (Hazen) Pascher. A, B Vegetative Zellen von der Längsseite, C von oben gesehen; D, E Teilungsstadien, in E haben die Tochterzellen schon ihre pentagonale Form angenommen; F—H verschiedene Stadien in der Kopulation. (Nach T. E. Hazen, etwa 1150/1.)

einander stehen, wodurch in der optischen Ansicht immer eine Vorderecke mit einer Hinterecke alterniert. Membran an jungen Zellen zart, an älteren Individuen an den Ecken abgerundet; an den Enden der stumpfen Längskanten wie auch am Vorderende stark, fast warzenartig verdickt, sonst relativ dünn. Geißeln 2, von kaum körperlang bis zweimal Körperlänge, durch feine Membranporen austretend. Der Protoplast füllt die Membran meist ganz aus. Der Chromatophor ist entweder topfförmig, sehr weit nach vorn reichend oder auch in der Form einer sehr dicken, seitlich stehenden Platte, die eine Längsseite der Zelle ganz frei läßt. Pyrenoid in der Zellmitte oder etwas nach hinten gerückt, bisweilen seitlich gelegen. Stigma im vorderen Drittel der Zelle, schmal strichförmig oder fleckförmig. Kern fast zentral oder mehr basal und seitlich gerückt. Kontraktile Vakuolen 2, vorn gelegen. Vermehrung durch Querteilung nach Drehung der Protoplasten, wodurch 2—4 Tochterzellen gebildet werden, die bereits in der Mutterzelle zur normalen Form heranwachsen. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von schwärmenartigen Isogameten, die zu vierten in der Mutterzelle entstehen und von den vegetativen Zoosporen nicht zu unterscheiden sind; die Gameten sind zuerst behäutet, unmittelbar vor der Kopulation aber streifen sie die Membran ab und nehmen eine kugelige Gestalt an. Reife Zygoten sind feinwarzig. Keimung der Zygoten nicht bekannt.

2 Arten, *D. pentagonum* (Hazen) Pascher (= *Lobomonas pentagonia* Hazen) im Süßwasser in England und *D. angulosum* Korschikoff in Sumpflöchern in Rußland, in der Nähe von Charkow. *Diplostauron* ist eine anscheinend verhältnismäßig seltene Algengattung; sie steht *Lobomonas* sehr nahe, unterscheidet sich eigentlich nur durch die regelmäßig 4eckige Gestalt der Zellen.

III. Carterioideae.

Seite 50:

18 a. **Fortiella** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserfl. Deutschlands usw. H. 4 (1927) 473 (Fig. 348). (? *Carteria* Playfair p. p., New and rare Freshwater Algae, 516 und in Austral. Freshw. Phytopl. 824.) — Protoplast in einer anscheinend stark verkalkten, eiförmig-elliptischen oder leicht unregelmäßigen, manchmal leicht zusammengedrückten Schale lebend, die vorn nur eine kleine Öffnung für die Geißeln hat. Schale manchmal dünn, aber meist derb und gelb bis tiefbraun gefärbt, häufig durch Eisenablagerungen rau oder auch mit zahlreichen dichtstehenden, kleinen Grübchen versehen. Protoplast elliptisch-eiförmig, kleiner als die Schale, mit einer Papille, die durch die nicht sehr

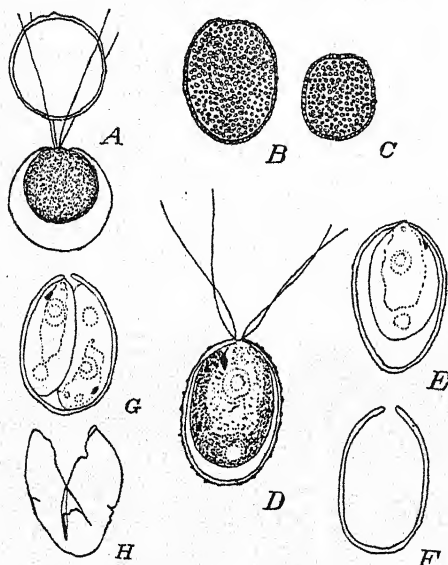


Fig. 348. A *Fortiella bullulina* (Playf.) Pascher. Schale mit und ohne Protoplast. — B und C *Fortiella scrobiculata* (Playf.) Pascher. Schalen. — D—H *Fortiella brunnea* Pascher. D Vegetative Zelle; E Schale mit Protoplast; F leere Schale; G Protoplast in Teilung; H leere, durch das Austreten der Tochterzellen zersprengte Schale. (A—C nach G. J. Playfair; D—H nach A. Pascher.)

große Schalenöffnung herausragt. Diese Papille ist vielleicht schwach kreuzförmig, mit vier über körperlangen Geißeln. Protoplast geringer metabolischer Bewegung fähig. Chromatophor groß, topfförmig, vorne fast bis zur Papille reichend, hinten stark verdickt, hier das große Pyrenoid. Stigma nur an hellen Schalen bemerkbar, fleckförmig-elliptisch, weit nach vorn gerückt. 2 kontraktile Vakuolen unmittelbar unter der Geißelbasis. Kern ziemlich weit nach vorn gelegen. Geißeln 4, sehr zart. Vermehrung durch Längs- oder zuerst einsetzende Schrägteilung, wodurch 2—4 Tochterzellen gebildet werden, die unter unregelmäßiger Zersprengung der Schale der Mutterzelle frei werden; sie sind zuerst nackt und bilden erst mit der Zeit ihre Gehäuse aus. Kugelige, derbwandige Aplanosporen kommen vor, aber ihre Keimung ist unbekannt.

Nur 1 sichere Art, *F. brunnea* Pascher, aus einem Tümpel am Ritten bei Bozen (Tirol) gefunden; saprob.

Die Gattung stellt eine in einer Schale lebende *Carteria* vor.

Wahrscheinlich gehört zur Gattung *Fortiella* auch die von Playfair aus Australien beschriebene *Carteria bullulina* und *Carteria scrobiculata*.

18 b. **Pedinopera** Pascher, Neue oder wenig bekannte Protisten XVII in Archiv für Protistenkunde, Bd. 51 (1925) 556, Fig. K (Fig. 349). (*Carteria* Playfair p. p.) — Protoplast von einer weitabstehenden, starren, ei- bis nierenförmigen Hülle umgeben, die zusammengedrückt ist, so daß deutlich eine Breit- und eine Schmalseite zu unterscheiden sind. Hülle an den bisher bekannt gewordenen Arten skulpturiert, mit Warzen oder mit Längswülsten von nicht näher bekannter chemischer Beschaffenheit versehen, aber durch Einlagerung von Eisenoxydhydrat manchmal gelblich bis braun verfärbt. Protoplast in der typischen Ausbildung der *Volvocales*-Protoplasten mit einem muldenförmigen Chromatophoren, mit oder ohne Augenfleck; Pyrenoid fehlend. Vier Geißeln fast so lang wie die Hülle. Vermehrung, geschlechtliche Fortpflanzung und Ruhestadium unbekannt.

2 Arten, *P. rugulosa* (Playfair) Pascher (*Carteria rugulosa* Playfair) und *P. granulosa* (Playfair) Pascher (*Carteria granulosa* Playfair) bisher nur im Süßwasser im Lismore, Australien gefunden.

So lange wir nichts Näheres über die Beschaffenheit der Hülle wissen, bleibt ihre systematische Stellung unsicher. Wahrscheinlich besteht die Schale nur aus einem Stücke, und die Gattung stellt da eine in einem abstehenden Gehäuse lebende *Carteria* dar. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß die Schale aus 2 Stücken besteht; in diesem Falle scheint sie ihre nächsten Verwandten unter den Phacoteen zu haben.

19. **Platymonas** G. S. West:

Pl. tetrathele G. S. West ist neulich von Wislouch in Salinen der Krim gefunden.

19 a. **Spirogonium** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserfl. Deutschlands usw. H. 4 (1927) 169 (Fig. 350). — Zellen spindelförmig, basal länger, vorne kürzer verschmälert, dadurch leicht ellipsoidisch-eiförmig, beiderseits stumpf, die ganze Zelle leicht schraubig gedreht, auf der einen Seite stärker gewölbt als auf der andern, die mehr flach erscheint. Membran sehr zart, basal sich meist vom Protoplasten abhebend, ohne Papille. Geißeln 4, etwas mehr als körperlang. Chromatophor groß, parietal, topfförmig, entsprechend der Form der Zelle gedreht, fast die ganze innere Zellwand auskleidend, nur an den Zellenden farblose Partien freilassend, basal stark verdickt und bis zum vorderen

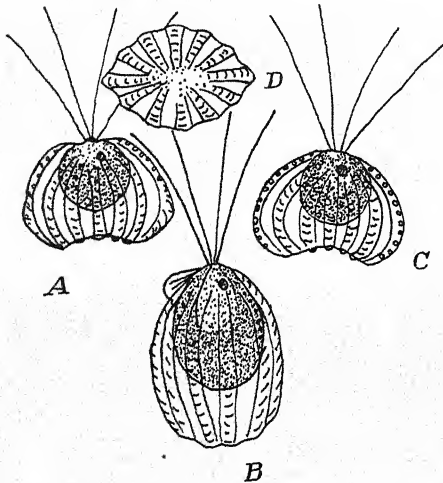


Fig. 349. *Pedinopera rugulosa* (Playf.) Pascher. A—C Verschiedene Formen von der Breitseite, D von oben. (Nach G. J. Playfair, etwa 750/1.)

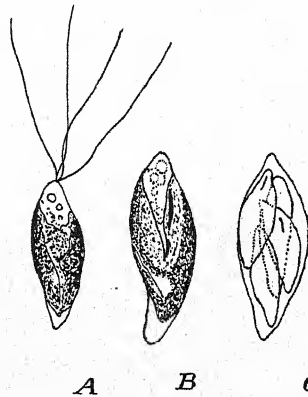


Fig. 350. *Spirogonium chlorogonioides* Pascher. A, B Zelle mit und Zelle ohne eingezeichnete Geißeln; C Teilungsstadium. (Nach A. Pascher.)

Rande allmählich verdünnt, meist an einer oder zwei Stellen tief, fast bis zum Basalstück eingeschnitten. Pyrenoid groß im hinteren Basalstück. Im vorderen Drittel, meist in der Nähe des Längsrisse, ein großes strichförmiges beiderseits spitzes Stigma, das leicht leistenartig vorspringt. Zellkern in der vorderen Zelhälfte. Im farblosen Vorderende 2 kontraktile Vakuolen. Vermehrung durch Teilung, erste Teilung schief; es werden meist 4 Tochterzellen gebildet, die bereits in der Mutterzelle ihre definitive unregelmäßige Form annehmen, jedoch ohne die schraubige Drehung zu zeigen, welche erst später durchgeführt wird. Sonstiges unbekannt.

Bisher nur 1 Art bekannt, *S. chlorogonioides* Pascher, einmal in einem algenreichen Tümpel in einer Wiese bei Süsel in der Nähe der alten Süseler Schanze in Holstein gefunden.

Steht wahrscheinlich in der Nähe von *Carteria* und *Platymonas*.

19 b. **Chlorobrachis** Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 (1925) 175 und 194 (Fig. 351). — Die Zelle selbst ist gestreckt spindelförmig, nach vorn kegelförmig verjüngt, am Ende fast abgestutzt, stumpf, ohne Papille, hinten aber lang und spitz schwanzartig ausgezogen, etwas über der Mitte mit vier gleichartigen, radiär austrahlenden, um 90° voneinander abstehenden, sehr stumpfen, armartigen Fortsätzen versehen. Membran sehr zart, am Hinterende sehr abgehoben an den Enden der vier Arme nur wenig absteigend. Geißeln 4, körperlang, kreuzweise angeordnet und in den Winkeln zwischen den vier Armen nach rückwärts gebogen. Chromatophor glockenförmig, parietal mit kurzen Ausbeulungen in die Arme hineinstreckend und bis zum schmalen Vorderende der Zelle reichend. Pyrenoid fehlt; Zellkern ist zwar auch nicht direkt beobachtet, liegt

aber wahrscheinlich zentral. 2 kontraktile Vakuolen liegen im vorderen Teil der Zelle in einem Abstand von der Geißelinsertion. Der Teilungsprozeß ist nicht beobachtet worden, dagegen sind ganz junge Individuen bekannt; sie sind gestreckt spindelförmig und entbehren der Auswüchse oder sind nur mit verhältnismäßig kurzen armartigen Auswüchsen versehen. Aplanosporen kommen vor, ihre Keimung ist nicht wahrgenommen. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

Nur 1 Art, *Chl. gracillima* Korschikoff, in Pfützen mit faulendem Wasser bei Charkow gefunden.

Diese Alge sieht *Brachiomonas* ähnlich, hat aber im Gegensatz zu dieser vier statt zwei Geißeln; *Brachiomonas* ist außerdem mit spitzen, nie stumpfen Armen und Pyrenoid versehen. Es ist aber auch zu beachten, ob *Chlorobraxis* vielleicht etwas mit *Chloraster* zu tun hat. Diese letzte Gattung hat aber angeblich 5 Geißeln.

Ich stelle *Chlorobraxis* wegen den 4 Geißeln jedenfalls interimistisch zu der Unterfam. *Carterioideae*. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß ich hierdurch der Geißelzahl eine zu große systematische Bedeutung beimesse; aber leider wissen wir bisher über die Variation der Geißeln fast nichts.

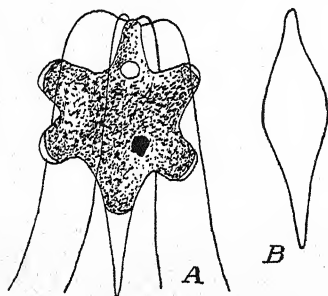


Fig. 351. *Chlorobraxis gracillima* Korschikoff. A Erwachsenes Individuum von der Breitseite; B junge Zelle von der Schmalseite. (Nach A. Korschikoff.)

Tetramastix Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 (1925) 179 und 194, Taf. VIII, 44—48. — Der Autor hat mir mitgeteilt, daß dieser Organismus, nach erneuter Prüfung, sich als eine bewegliche Zygote von *Chlamydomonas* (*Chloromonas*) *incrassata* (Korschikoff) Printz und von *Carteria oleifera* (Korschikoff) Pascher herausgestellt hat. Die Gattung ist daher zu streichen.

Tetradonta Korschikoff, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie Tom. IV, 3—4 (1925) 183 und 195, Tab. IX, Fig. 55—72. — Stellt nur bewegliche Zygoten von *Chlamydomonas paradoxa* (Korschikoff) Pascher (*Chloromonas paradoxa* Korschikoff) dar. Die Gattung ist daher zu streichen.

IV. Phacoteae.

Seite 52:

23 a. **Dysmorphococcus** Takeda in Annals of Botany, Vol. XXX, No. CXVII, (1916) 151 (Fig. 352). — Protoplast, von einer zarten, farblosen Membran umgeben, in einer weit abstehenden, kugeligen-elliptischen, leicht zusammengedrückten Schale lebend; die Schale ist derb, angeblich ohne Kalk und ohne Silicium, aber durch Eisenoxydhydrat meist bräunlich bis schwarz gefärbt, durch kleine sechseckige Grübchen netzig-wabig skulpturiert, oft etwas der Länge nach gedreht, bisweilen vorne in 2 symmetrisch zueinander gelegene abgerundete Höcker vorgezogen. Mitunter können erwachsene, vegetative Zellen ihre Schale in 2 Hälften zerspalten und etwas offen tragen. Die Regelmäßigkeit des Schalenrandes wie auch einige Einzelheiten ihrer Struktur lassen das Vorhandensein einer Naht voraussetzen, welche die regelmäßige Zerspaltung ermöglicht. Der Protoplast füllt die Schale \pm aus, ist jedoch meist viel kleiner als die Schale, kugelig-birnförmig, hinten breit abgerundet, vorne zu einer kleinen, hyalinen Plasmapipe verschmälert, von der die beiden Geißeln ausgehen; die Geißeln sind annähernd körperläng oder bis $1\frac{1}{2}$ mal der Körperlänge und treten durch zwei kleine seitlich an der Spitze stehende schräge Löcher durch die Schale aus. Chromatophor topfförmig mit einem oder mehreren unregelmäßig verteilten Pyrenoiden. Kern zentral oder in der vorderen Zellhälfte. Stigma groß, halbkugelig etwa äquatorial oder in der hinteren Zellhälfte; bisweilen kommt noch ein zweites, ganz kleines und weit nach hinten gelegenes Stigma zum Vorschein. 2 bis mehrere kontraktile Vakuolen, wenn 2, unmittelbar unter der Geißelbasis gelegen, wenn mehrere, über den Protoplasten unregelmäßig verteilt. Vermehrung durch Teilung, wodurch, soviel bekannt, 2 Tochterzellen entstehen; sie werden durch Sprengung der Schale in 2 Hälften freigemacht. Die Schalenhälften bleiben manchmal mit ihren Vorderenden in Zusammenhang, oder sie können sich

völlig voneinander trennen, werden aber auch dann, wahrscheinlich durch eine Schleimhülle, noch eine Zeitlang zusammengehalten. Die jungen Tochterzellen sind kugelförmig, ohne Schalen und ohne deutliche Membran. Aplanosporen bekannt; bei ihrer Keimung werden 4 kleine, kugelige, langgestreckte Schwärmer gebildet, die den beschriebenen Bau des Protoplasten haben, in den bekannten Fällen, nicht aber zu erwachsenen, beweglichen Formen heranwachsen, sondern sich wieder in Ruhezellen — Akineten — umwandeln. Dadurch wird die Protoplastenmembran allmählich verdickt, und Stärke und darauf Hämatochrom wird aufgespeichert. Bei ihrer Keimung entstehen vier erst nackte, langgestreckte Zoosporen. Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt.

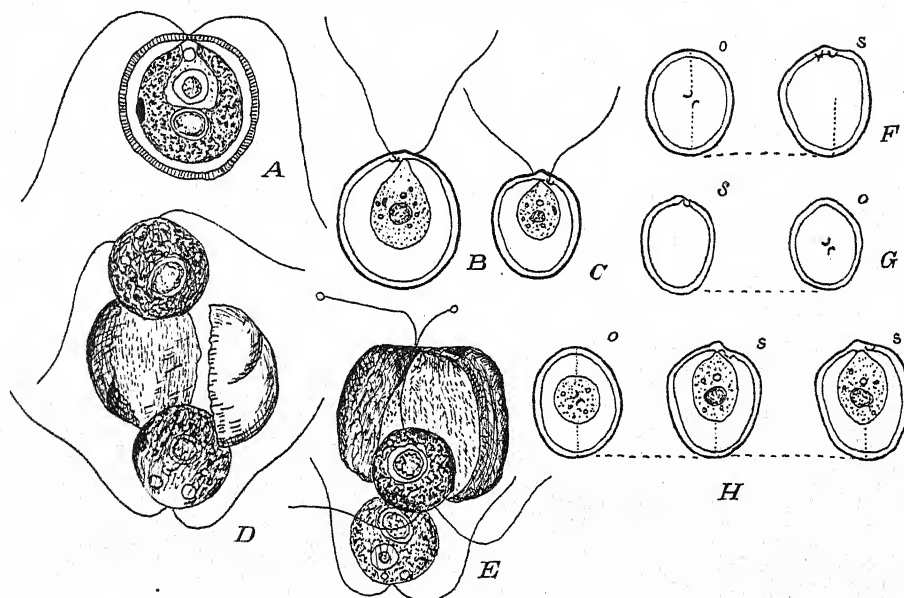


Fig. 352. *Dismorphococcus variabilis* Takeda. A Zelle im optischen Schnitt; B und C zwei vegetative Zellen; D, E Ausschlüpfen der Tochterzellen aus den Mutterschalen; F—H verschiedene Zellen von oben (o) und von der Seite (s) gesehen. (A, D, E nach A. Korschikoff; B, C, F—H nach H. Takeda; etwa 1000 \times .)

2 Arten, *D. variabilis* Takeda in Sümpfen in England, Rußland und Böhmen gefunden; *D. coccifer* Korschikoff bislang nur in Tümpeln mit faulem Wasser in der Nähe von Charkow, Rußland beobachtet.

Dismorphococcus kann sehr leicht mit *Cocomonas*, *Phacotus* und anderen Phacoteen mit zerbrechlicher Schale verwechselt werden; besonders sieht sie *Cocomonas* habituell sehr ähnlich, und ich war auch deshalb anfangs dazu geneigt, diese beiden Gattungen zu vereinigen. Indessen hat es sich herausgestellt, daß sie sich distinkt unterscheiden, indem bei *Dismorphococcus* in den sonst geschlossenen Hüllen für jede der beiden Geißeln eine eigene Öffnung vorhanden ist, während die Geißeln bei *Cocomonas* durch ein gemeinsames Loch heraustreten, in welchem auch die Protoplastpapille zum Teil austritt.

Zweifelhafte und sehr unvollständig bekannte Gattungen.

Seite 59:

3 a. **Gigantochloris** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserfl. Deutschlands usw. H. 4 (1927) 335 (Fig. 353). — Zellen sehr groß, von der Seite schwach abgeflacht, im Umriss elliptisch mit breit abgerundetem Ende, ohne vordere Papille, etwa $1\frac{1}{2}$ mal länger als breit, in Seitenansicht gestreckt-ellipsoidisch bis zweimal so lang als breit. Membran derb, ungeschichtet, im optischen Schnitte dagegen fein radiär gestreift. Die 2 Geißeln sind sehr stark, etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mal so lang als der Zellenkörper und sitzen

am Vorderende der Zelle sehr weit voneinander abgerückt, fast seitlich an den Flanken; Membran hier deutlich durchbrochen. Chromatophor parietal, fast die ganze innere Zellwand auskleidend, nur am Vorderende eine kleine farblose Partie frei lassend, meist mit Löchern und Rissen versehen, die wieder lappig sind und damit sowohl in der Flächenausbildung wie auch in der Dickenentwicklung sehr ungleichmäßig entwickelt, oft förmlich in teilweise noch zusammenhängende Einzelstücke aufgelöst. Diese Spaltung des Chromatophoren kann so weit fortschreiten, daß die Basalpartie bisweilen nur sehr schwach oder fast gar nicht mehr entwickelt ist; ebenso ist der Rand des Chromatophoren sehr ungleichmäßig ausgebildet. Die zahlreichen Pyrenoide liegen in den Chromatophoren unregelmäßig verteilt. Stigma recht undeutlich, nur als rotgelbliche, nicht deutlich erkennbare Flecken entwickelt; ob es sich hier um wirkliche Stigmen handelt, ist unsicher. Nur

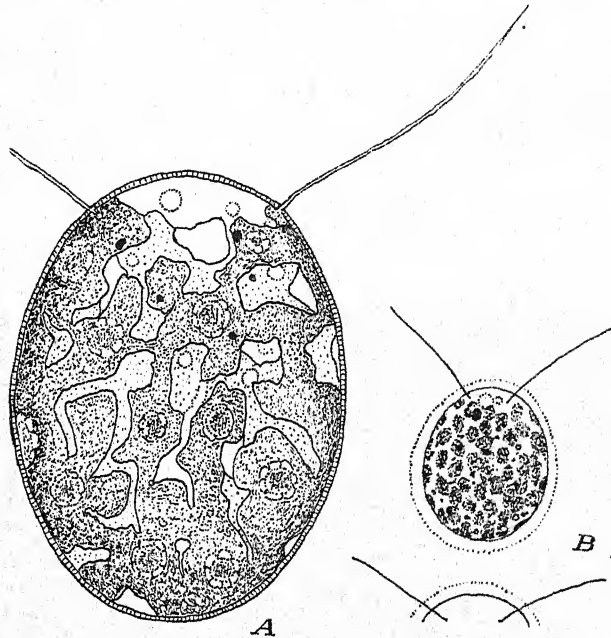


Fig. 353. A *Gigantochloris permazima* Pascher. — B *Gloeomonas ovalis* Klebs. Vegetative Zelle, darunter eine schematische Darstellung vom Vorderende einer Zelle. (Nach A. Pascher.)

das vegetative Stadium bekannt, Vermehrung, Fortpflanzung, Ruhezustand usw. sind nicht beobachtet worden.

Nur eine Art, *G. permazima* Pascher, in den Frühjahrsschmelzwässern der auftauenden Moore bei dem Graphitwerke Moritzwerk Au bei Mugrau im südlichen Böhmerwalde und aus der benachbarten Riendlers Au; sie ist entschieden oligo- und stenotherm.

Die Gattung ist durch die weit voneinander inserierten Geißeln sehr auffallend; ähnlich weite Abrückung der Geißeln kommt übrigens auch bei *Gloeomonas* Klebs und *Tetratoma* Bütschli (Seite 59) vor. Die Durchlöcherung und Auflösung der Chromatophoren hängt wohl mit der riesigen Größe der Zelle zusammen.

Seite 61:

Die beiden folgenden Gattungen, die von A. Korschikoff beschrieben sind, werden vom Autor als Zwischenglieder zwischen den Flagellaten und den Volvocaceen aufgefaßt und zu einer neu aufgestellten Flagellatengruppe *Protochlorinae* geführt. Sie bilden sehr kleine, nackte, doch mit einem differenzierten Periplasten umgebene, plattgedrückte Zellen, mit einem einseitig anliegenden plattenförmigen Chromatophor, Pyrenoid und Stärke, besitzen entweder 1 oder 2 (etwas ungleiche) Geißeln. Trotz der relativ einfach erscheinenden Gestalt ist ihre systematische Stellung sehr unsicher, vielleicht stellen sie, wie auch von Pascher angenommen, sehr abgeleitete Cryptomonaden dar.

Ich führe sie, der Vollständigkeit halber hier auf:

12 a. *Pedinomonas* Korschikoff, Protochlorinae, eine neue Gruppe der grünen Flagellaten in Russisches Arch. f. Protistologie 2 (1923) 148 und 166 (Fig. 354). — Zellen asymmetrisch, sehr flach bis fast scheibenförmig und entbehren einer Hülle oder eines differenzierten Periplasten, ist aber trotzdem nicht metabolisch. Im Umriss sind die Zellen abgerundet elliptisch, bisweilen fast kreisrund oder unregelmäßig eckig-abgerundet, oft mit einem deutlich verschmälerten Vorderende, das bei kreisförmigen Individuen meist nur schwach angedeutet ist. Von der Schmalseite gesehen sind die Zellen sehr schmal elliptisch bis ganz schmal eiförmig. Chromatophor immer nur einer, glocken-sichelförmig dem stumpfen Basalende parietal anliegend und die eine Längsseite bis zum Vorderende entlang laufend, mit einem deutlichen, großen, dem stumpfen Hinterende genäherten Pyrenoid versehen, welches mit einer Stärkehülle umgeben ist. In der Nähe des Pyrenoides befindet sich das große, deutlich sichtbare Stigma. Zellkern in der Mitte der Zelle etwas seitlich liegend, vorne an der Geißelbasis eine kontraktile Vakuole. Geißel eine, am Vorderende etwas seitlich inseriert, körperlang oder etwas kürzer, angeblich gegen das Ende allmählich verdünnt, über das Vorderende hinweg nach rückwärts gebogen. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustande. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Hologamie — Kopulation ganzer vegetativer Individuen. Die Zygote bleibt länger beweglich und sieht dann oft wie ein zweigeißeliges Individuum aus. Bisweilen wird auch die eine Geißel des einen Individuums eingezogen oder abgestoßen. Fertige Zygoten mit glatter Membran und von fast der Form einer runden vegetativen Zelle. Ihre Keimung ist nicht beobachtet worden. Es ist auch Palmellisation bekannt.

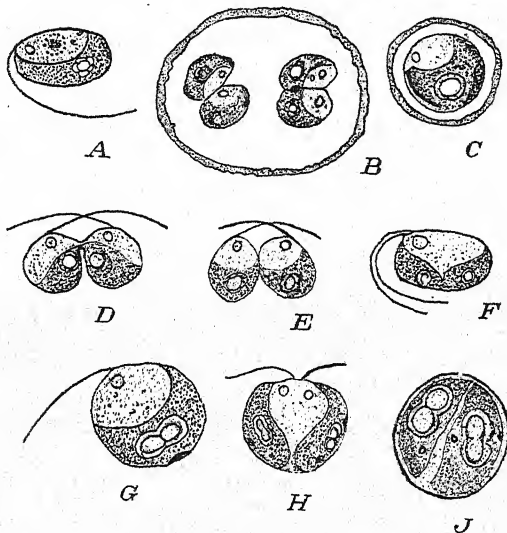


Fig. 354. A—F *Pedinomonas minor* Korschikoff. A Zelle von der Breitseite; B, C Zellen in *Palmella*-Stadien; D, E Kopulationsstadien; F bewegliche 2geißelige Zygote. — G—J *Pedinomonas major* Korschikoff. G Zelle von der Breitseite; H bewegliche 2geißelige Zygote; J encystierte Zygote. (Nach A. Korschikoff.)

3 Arten, *P. minor* Korschikoff, *P. major* Korschikoff und *P. rotunda* Korschikoff, aus schmutzigen Wässern, bisher nur in Rußland, im Charkower Bezirk gefunden.

12 b. *Heteromastix* Korschikoff, Protochlorinae, eine neue Gruppe der grünen Flagellaten in Russisches Arch. f. Protistologie, 2 (1923) 154 und 167 (Fig. 355). — Zellen flach, asymmetrisch, im Umriss erst beinahe halbkreisförmig, später mehr trapezoedrisch oder fast sechseckig mit zwei einander gegenüberliegenden, längeren und vier kürzeren Kanten, mit einem deutlichen, derben, sehr selbständigen Periplasten versehen, welcher auch nach dem Zerquetschen erhalten bleibt. Chromatophor leuchtend grün, groß, becherförmig, mit tiefen Spalten an seinen breiten Seiten, fast die ganze innere Zellwand auskleidend, nur an der Geißelbasis eine helle Zone freilassend, wo sich der Zellkern und eine kontraktile Vakuole befinden. Pyrenoid groß, mit zwei ungleichen, sehr großen uhrglasartigen Stärkekälotten. Das kleine stäbchenförmige, dunkle aber nicht rotgefärbte Stigma liegt an der Vorderseite, unter der längeren Geißel. Geißeln 2, ungleich lang, recht dick, die eine $1\frac{1}{2}$ mal länger als die Körper, die andere etwas kürzer als die Körperlänge; sie sind einander entgegengesetzt gerichtet und in einem kleinen Ausschnitt der einen Längsseite inseriert. Die Bewegung ist unregelmäßig, zitternd oder rasch gleitend, wobei die Längsachse des Körpers mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt und die beiden Geißeln ebenfalls in diese Richtung gerichtet sind — die eine nach vorn und die andere nach

hinten. Vegetative Teilung im beweglichen Zustande angeblich der kürzeren Achse nach, wobei auch der derbe Periplast mitgeteilt wird. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Hologamie—Kopulation zweier ganzer, vegetativer Individuen. Zygote lange beweglich, schließlich eine kugelige, glattwandige Zelle liefernd. Keimung nicht näher bekannt.

Nur eine Art, *H. angulata* Korschikoff, in kleinen Wasseransammlungen um Charkow und Twer in Rußland.

Polytomelleae.

Seite 63:

1 a. **Furcilla** Stokes, Proceed. of the Amer. Phil. Soc. Vol. XXVIII, 77 (Fig. 356). — Zellen mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite; in der Breitansicht breit ausgerandet, durch zwei seitliche, symmetrisch orientierte, rückwärts gebogene, divergierende oder parallele Verlängerungen fast hufeisenförmig, am Vorderende abgerundet und mit einer kurzen aber deutlichen Papille versehen, in der Seitenansicht rundlich, vorne mit einer warzenähnlichen Papille, am Hinterende plötzlich in einen schmalen Endteil ausgezogen. Zellen farblos, ohne Chromatophoren, nicht metabolisch. Zellkern im Vorderende in der

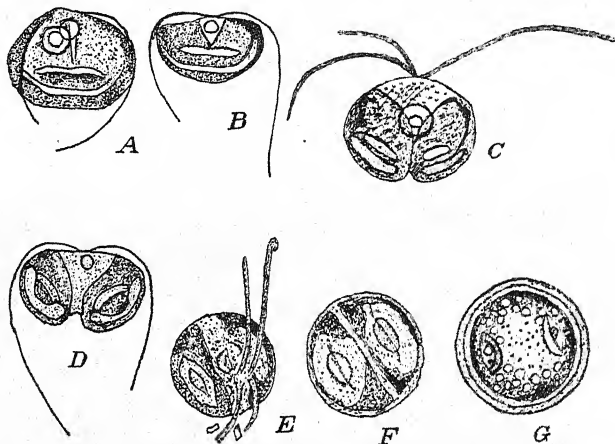


Fig. 355. *Heteromastix angulata* Korschikoff. A Ältere, B jüngere Zelle von der Breitseite; C Zelle in Teilung; D Zelle in Teilung mit verspäteter Geißelbildung; E abgerundete Zygote mit Geißeln im Zerfallzustande; F dickwandige Zygote mit Stärkekörpern; G ruhende Zygote. (Nach A. Korschikoff.)

Nähe des Seitenrandes. Geißeln zwei, gleich lang oder kürzer als die Zelle. Kontraktile Vakuolen eine oder zwei unmittelbar unter der Geißelbasis. Stärke fehlt, dagegen kommen farblose oder schwach gelbliche Öltröpfchen und einige stärker lichtbrechende Körperchen zum Vorschein. Vermehrung durch einfache Längsteilung, die nach der Mediane der Breitseite erfolgt.

2 Arten, *F. lobosa* Stokes im Wasser mit faulenden Pflanzenteilen in Nordamerika und Europa, *F. trifurca* Pascher auf ähnlichen Lokalitäten in Europa. Beide sind ausgesprochen saprob.

Diese Gattung läßt sich gewissermaßen als eine zweiarmlige *Brachiomonas* ansehen, deren zwei Verlängerungen mächtig entwickelt sind. Sie wurde früher unter den Protomastigineen eingestellt, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß *Furcilla* eine differenzierte Membran hat und zu den Polytoemeen gestellt werden muß.

F. trifurca Pascher zeigt im Zellenbau gewisse Ähnlichkeit mit *Collodictyon triciliatum* Carter und, nach Untersuchungen von Bělár, im Kernbau recht weitgehende Übereinstimmung mit den Volvocales; *Collodictyon* hat aber rein animalische Ernährung. Die Beute wird, ganz wie bei den Amöben, mit Pseudopodien ergriffen und der Zelle einverleibt, wo sie in Nahrungsvakuolen eingeschlossen wird; unverdaute Reste und zu große Objekte werden wieder ausgestoßen. Ich habe deshalb die Gattung *Collodictyon* aus dem System der Chlorophyceen ausgeschlossen.

Polytoemeae.

Seite 64:

2 a. **Tussetia** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserflora Deutschlands usw. H. 4 (1927) 394 (Fig. 357). — Zellen eiförmig bis schmal eiförmig, nach vorne ziemlich gleich-

mäßig verschmälert, ohne Papille, basal breit abgerundet. Membran zart, besonders basal aber bisweilen auch lateral und einseitig etwas absteigend. Protoplast farblos, mit zahlreich, manchmal leicht gelblichen bis roten Öltröpfchen; Pyrenoid fehlt, und die Zellen enthalten auch keine Stärke oder andere feste Assimilate. Kern meist deutlich sichtbar, ungefähr zentral oder etwas nach vorne gerückt. 2 kontraktile Vakuolen liegen unter der Basis der beiden etwas über körperlange Geißeln, die etwas voneinander abgerückt, knapp unter dem Vorderende der Zelle inseriert sind. Stigma nicht deutlich sichtbar, viele Exemplare zeigen aber einen kleinen gelblichen Fleck im vorderen Viertel der Zelle. Vermehrung durch Teilung, die erste Teilungsebene der Länge nach, wodurch schließlich 4 junge Tochterzellen gebildet werden; sie sind gestreckter als im erwachsenen Zustande. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation kleiner Gameten, die meist zu acht (seltener nur zu vieren) in einer Mutterzelle entstehen; sie sind nicht ganz gleich groß, es ist aber keine Heterogamie, indem sowohl gleichgroße wie ungleiche Gameten miteinander verschmelzen können; im Verhältnis zum Körper haben die Gameten relativ längere Geißeln als die vegetativen Zellen. Zygote kugelig, ihre Keimung unbekannt. Wahrscheinlich kommen auch asexuelle Cysten vor.

Nur 1 Art bekannt, *T. polytomoides* Pascher, eine sehr stark saprobie Art, die bislang nur in Böhmen gefunden ist, in jauchigen Wiesentümpeln und Gräben mit faulenden Pflanzenteilen.

Tussetia ist einer *Polytoma* sehr ähnlich, ist aber etwas gestreckter und bildet vor allem keine Stärke; durch ihre Reproduktion erweist sie sich als eine wahre Polytomiee.

2b. **Hyalogonium** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserflora Deutschlands usw. H. 4 (1927) 393 (Fig. 358). (Inkl. *Chlorogonium* Klebs p. p., Organisation einiger Flagel-

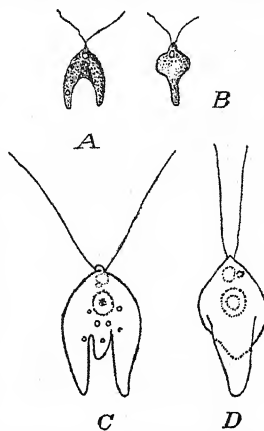


Fig. 356. *Furcilla lobosa* Stokes. A Zelle von der Breitseite, B von der Schmalseite. — C, D *Furcilla trifurca* Pascher. C Zelle von der Breitseite, D von der Schmalseite. (A, B nach Stokes; C, D nach A. Pascher.)

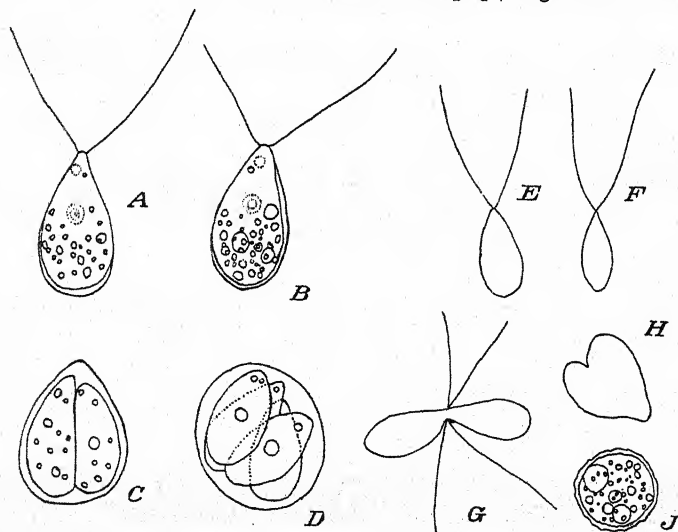


Fig. 357. *Tussetia polytomoides* Pascher. A, B Vegetative Zellen; C, D Teilungsstadien; E, F Gameten; G, H Gametenkopulation; J Zygote. (Nach A. Pascher.)

latengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien in Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen [1881—1885]; *Polytoma* Korschikoff p. p., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Volvocales I in Russisches Archiv für Protistologie, Tom. IV, 3—4 [1925] 158.) — Zellen lang spindelförmig mit zarter Membran, beiderseits

fast gleichlang, vorne fast abgestumpft, seltener mehr rundlich, basal bisweilen mehr verschmälert und manchmal in ein langes, spitzes Ende ausgezogen, das eigentlich nur von der ausgezogenen Membran gebildet wird. Protoplast ganz farblos, oft mit wandständigen, eckig konturierten Stärkekörnchen ausgekleidet. Annähernd zentral in der Zelle, manchmal etwas seitlich verschoben, liegt der meist deutlich sichtbare Zellkern; unter dem Vorderende ein deutliches, fast strichförmiges Stigma; dies kann aber auch fehlen. Die beiden Geißeln, etwa halbkörperlang oder etwas darüber, sind ein wenig voneinander abgertickt und etwas seitlich am Vorderende der Zelle inseriert, gleich darunter sind oft zwei sehr kleine, helle Körperchen bemerkbar; feine Protoplasmafäden zwischen Geißelbasis und Protoplast sichtbar. Kontraktile Vakuolen entweder 2, vorne gelegen oder zahlreiche (bis zu 15), ziemlich unregelmäßig über den Protoplasten verteilt. Vermehrung durch schiefe Teilung, die schließlich durch Verschiebung zur Querteilung wird; es entstehen

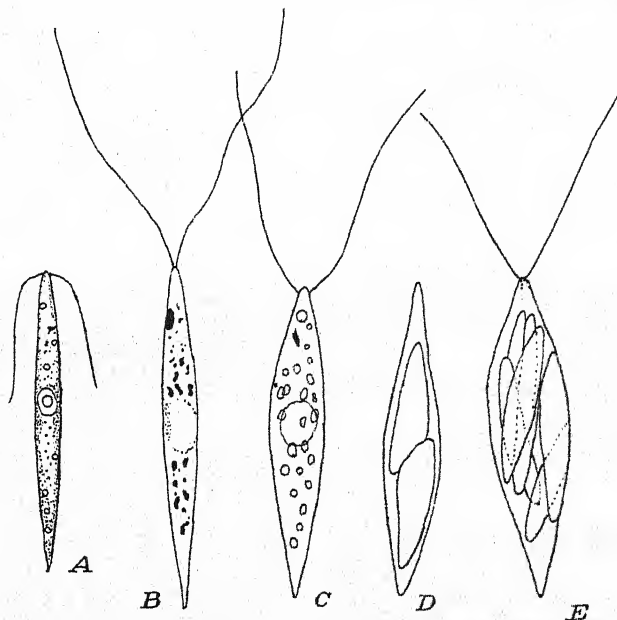


Fig. 358. A *Hyalogonium acus* (Korsch.) Pascher. — B–E *Hyalogonium Klebsii* Pascher. B, C Einzelzellen; D, E Teilungsstadien. (A nach A. Korschikoff; B–E nach G. Klebs.)

bis zu 8 Tochterzellen in jeder Mutterzelle; die jungen Zellen sind verhältnismäßig viel plumper und kürzer als die erwachsenen Zellen, viel weniger gestreckt und weniger lang verschmälert, und vor allem wird erst später das lang ausgezogene hyaline Basalende entwickelt. Geschlechtliche Fortpflanzung oder andere Stadien sind nicht beobachtet worden.

2 Arten, *H. acus* (Korsch.) Pascher (= *Polytoma acus* Korschikoff) und *H. Klebsii* Pascher (= *Chlorogonium euchlorum* var. Klebs) in verunreinigten und faulenden Pfützen und Wiesengraben in Europa.

Der Zellbau von *Hyalogonium* entspricht ganz einem *Chlorogonium*, und die Gattung ist als eine apochromatische Nebenform des *Chlorogonium* zu betrachten.

Tetrasporaceae.

II. Tetrasporaeae.

Seite 75:

9 a. **Chlorophysema** Pascher, Volvocales in Die Süßwassierflora Deutschlands usw., H. 4 (1927) 476 (Fig. 359). (Inkl. *Chlamydomonas* Korschikoff p. p., Contrib. à l'étude des algues de la Russie. Recherches algolog. aux environs de la station biologique „Borodinskaja“

pendant l'été 1915, Tom. IV, Petrograd 1917.) — Zellen kugelig-eiförmig-elliptisch, in eine meist derbe, weiche, oft blasig und sehr stark erweiterte Gallerthülle eingeschlossen, die mittels eines derben, manchmal verlängerten Stielchens festsetzt. Chromatophor glockenförmig, parietal, oft mit einseitigem Einschnitt, hinten stark verdickt, gegen das morphologische Vorderende der Zelle allmählich verdünnt und hier eine helle, farblose Partie freilassend, wo zwei kontraktile Vakuolen sichtbar sind. Pyrenoid axil im Basalstück; Stigma vorhanden oder fehlend. Vermehrung durch Längsteilung, wodurch sukzessive 2–32 zweigeißelige, behäutete Tochterzellen — Zoosporen — gebildet werden; sie zeigen den gleichen Bau wie die festsitzende Zelle, haben eine verhältnismäßig dicke Membran und eine deutliche Papille im Vorderende und werden durch Verquellen der Mutterhülle frei. Nach kurzer Schwärmezeit setzen sie sich mit dem Vorderende fest und wachsen zu einer neuen vegetativen Zelle aus. Manchmal aber werden die jungen Tochter-

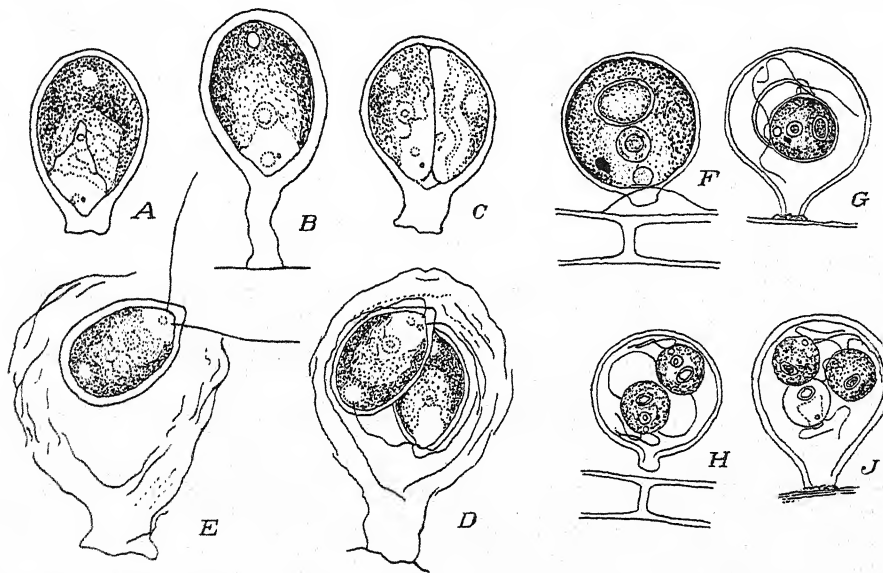


Fig. 359. A–F *Chlorophyllum apicystiforme* Pascher. A Junge Zelle; B ältere, langgestielte Zelle; C Teilungsstadium; D Bildung zweier Zoosporen; E Austreten der Zoosporen. — F–J *Chlorophyllum inertis* (Korsch.) Pascher. F Zoospore, sich festsetzend; G–J Zellen im Begriff, Zoosporen zu bilden. (A–E nach A. Pascher; F–J nach A. Korschikoff.)

zellen nicht freigesetzt, sondern es verdickt sich ihre Membran bisweilen unter leichter Vergallertung; sie entwickeln dann keine Geißeln, sondern werden zu einer Art derbwandiger Aplanosporen, die in der erweiterten Mutterhülle bleiben. Die Aplanosporen können sich wieder teilen und jetzt Schwärmer entwickeln oder nochmals innerhalb ihrer erweiterten Hülle die beschriebenen Aplanosporen entwickeln, die sich in neuerlicher Teilungsfolge wieder so verhalten können. In dieser Weise können schließlich mehrfach ineinandergeschachtelte Systeme von Zellverbänden — palmelloide Stadien — entstehen, die bei nicht zu derben Membranen oft noch die kontraktile Vakuolen haben können. Zwischen der Schwärmerbildung aus den Tochterzellen wie auch der Aplanosporenbildung finden sich alle Übergangsformen; so können z. B. die Tochterzellen eine Zeitlang die Geißeln tragen, treten aber nicht aus, sondern wandeln sich unter Geißelverlust in Aplanosporen um. Endlich kann der Protoplast, ohne sich zu teilen, unter Erweiterung der Hülle sich in einen Schwärmer umwandeln, der sich noch innerhalb der Hülle lange bewegen kann, um schließlich entweder auszutreten oder sich zu einer Akinete umzubilden. Ähnliche Akineten können auch direkt aus den Protoplasten gebildet werden. Bisweilen können sich die Aplanosporen schon innerhalb der Muttermembran so weit entwickeln, daß sie die Organisation der erwachsenen vegetativen Zellen, wie kleine Stielchen usw., erkennen lassen; sie stellen dann wahre Autosporen dar.

2 Arten im Süßwasser; *Chl. apiocystiforme* Pascher epiphytisch auf Algen, *Azolla*-, *Lemna*-wurzeln und anderen Wasserpflanzen in Böhmen, und *Chl. inertis* (Korschikoff) Pascher (= *Chlamydomonas inertis* Korschikoff auf *Tribonema*, *Vaucheria*, *Cladophora* usw., in Rußland, in der Nähe von Charkow gefunden.

Die Gattung *Chlorophysema* bildet eine wahre Übergangsform zwischen den Volvocaceen und den Tetrastoraceen. Da sie den größten Teil ihres Lebens in festsitzenden oder in palmelloiden Stadien verbringt und nur zwecks Vermehrung in die beweglichen Stadien zurückkehrt, habe ich sie unter den Tetrastoraceen eingereiht, wo sie besonders mit *Apiocystis* große Ähnlichkeit an den Tag legt.

9 b. **Malleochloris** Pascher, Volvocales in Die Süßwasserflora Deutschlands usw. H. 4 (1927) 480 (Fig. 360). — Zellen kugelig, mit sehr zarter, manchmal leicht rötlicher Haut, durch einen kurzen, dicken Stiel, der ebenso breit ist wie die Zelle und in dem die Zelle oft bis zu einem Drittel eingesenkt ist, festsitzend, an Algen und Wasserpflanzen fast knopfförmige Gestaltungen bildend. Stiel meist mit Einlagerungen von Eisenoxydhydrat und die Zellen im entwickelten Zustande manchmal mit einer zarten Gallertschicht umgeben. Chromatophor groß, parietal, glockenförmig, am Rande unregelmäßig eingeschnitten oder in wenige große Lappen zerteilt, mit dem konvexen Teil dem oberen Ende der Zelle — dem morphologischen Hinterende — zugewandt und dichtenliegend. Pyrenoid axil, im Basalstück; Stigma ist an jungen Zellen meist deutlich, an älteren fast immer fehlend; Kern etwas unter der Zellmitte. Vermehrung durch Längsteilung, wodurch 2–4 Tochterzellen — Zoosporen — gebildet werden; sie sind von ellipsoidischer Gestalt, ohne Papille, mit 4 über körperlange Geißeln. glockenförmigem Chromatophor und einem fleckförmigen Stigma in der vorderen Hälfte des Körpers versehen. Sie schwärmen nur kurze Zeit, setzen sich mit dem Vorderende fest, stoßen die Geißeln ab und scheiden verhältnismäßig rasch ihren dicken, breiten

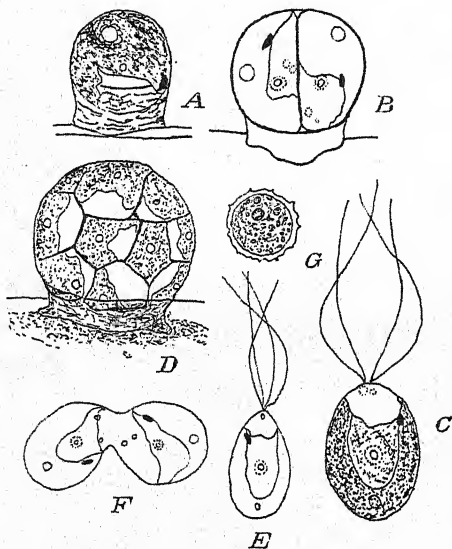


Fig. 360. *Malleochloris sessilis* Pascher. A Eine erwachsene Zelle; B Teilungsstadium; C Zoospore; D Zelle in Gametenbildung; E Gamet; F Kopulationsstadium; G Zygote. (Nach A. Pascher.)

Gallertstiel aus. Nachdem die Zellen 3–4mal Zoosporen gebildet haben, können sie auch, durch ähnliche Teilungen des Protoplasten, kleinere, mehr eiförmige, vorne spitze Gameten in einer Anzahl von 8–16 in jeder Mutterzelle entstehen lassen. Die Gameten sind untereinander ziemlich ungleichgroß; sie verschmelzen paarweise zu einer, längere Zeit beweglichen Zygozoospore, die aber schließlich in Ruhezustand übergeht und sich zu einer kugeligen, derbwandigen, spärlich warzigen Zygote encystiert. Ihre Keimung ist nicht wahrgenommen, auch sind andere Stadien nicht beobachtet worden.

Nur 1 Art bekannt, *M. sessilis* Pascher, an *Cladophora*, *Rhizoclonium* usw.; anscheinend stenothermer Frühjahrsorganismus. Fundstelle vom Autor nicht angegeben.

9 c. **Stylosphaeridium** Geitler und Gimesi, Beiträge zur Kenntnis der Flora ostholsteinischer Seen (Archiv für Protistenkunde, Bd. 52 (1925) 608 (Fig. 361). (*Chlamydomonas* p. p. auct. pl.) — Zellen fast kugelig bis eiförmig oder schwach birnförmig, mit einem sehr zarten, fadendünnen — bei einer anderen Art dickeren — hyalinen Gallertstiel auf planktonischen Algen befestigt. Ein muldenförmiger, parietaler Chromatophor, dessen Rand nicht selten ± gelappt oder eingeschnitten sein kann, die konkave Seite dem Stielende — dem morphologischen Vorderende — zukehrend. In der Nähe des Stielansatzes zwei kontraktile Vakuolen. Stigma nicht sichtbar. Membran sehr zart, nicht oder kaum sichtbar. Vermehrung durch zweigeißelige Zoosporen, die durch sukzedane Teilungen, meist zu

4, seltener zu 8, ausnahmsweise nur 2 gebildet werden. Erste Teilung parallel zur Längsachse der Mutterzelle, zweite Teilungsebene auf der ersten senkrecht stehend. Die zuerst entstehenden beiden Tochterzellen drehen sich um 90° , die vier Tochterzellen der zweiten Teilung liegen zuerst in einer Ebene und ordnen sich dann tetraedrisch an. Die Zoosporen entbehren des Augenflecks, sind von ellipsoidischer oder eiförmiger Gestalt, mit einem etwas seitlichen, \pm im Hinterende gelagerten Chromatophor mit oder ohne Pyrenoid. Nach kurzer Schwärmerzeit setzen sich die Zoosporen mit dem Vorderende fest und wachsen zu neuen vegetativen Zellen aus. Bisweilen keimen die durch Teilung entstandenen Tochterzellen schon innerhalb der Muttermembran zu glattwandigen Aplanosporen aus, die bei einer Art sogar gleich ihre Gallertstiele bilden; diese letzteren sind als wahre Autosporen anzusehen, durch die die Bildung von Zweier- und Vierergruppen

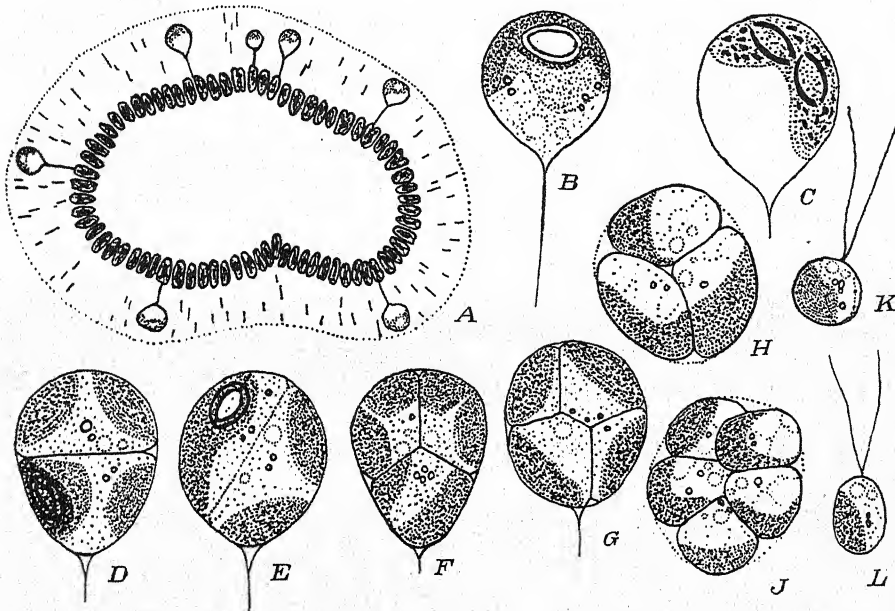


Fig. 361. *Stylosphaeridium stipitatum* Geitler und Gimesi. A Kolonie von *Coelosphaerium Naegelianum* im optischen Durchschnitt, mit *Stylosphaeridium* besetzt, in der Gallerte sind Stäbchenbakterien sichtbar; B ruhende Zelle; C-J verschiedene Stadien in der Schwärmerbildung; K, L freie Schwärmer. (Nach Geitler und Gimesi, A 750/1, B-L 2500/1.)

stattfindet. Geschlechtliche Fortpflanzung ist bei einer der beiden Arten beschrieben worden. Die Gameten entstehen bis zu 8 oder 16 in jeder Mutterzelle, sind von gestreckterer Form als die neutralen Zoosporen, und haben einen mehr bis ganz seitenständigen Chromatophor, der nicht immer ein Pyrenoid besitzt. Die Gameten sind einander nicht völlig gleich. Sie verschmelzen zu derbwandigen, mit spärlich wellig-warziger Membran versehenen Zygoten, deren Keimung nicht bekannt ist.

2 Arten im Süßwasser, epiphytisch in der Gallerte von oder an Planktonorganismen lebend. *S. stipitatum* (Bachmann) Geitler und Gimesi (= *Characium stipitatum* [Bachm.] Wille = *Chlamydomonas stipitata* Bachm. = *Chlamydomonas epiphytica* [Korschikoff] in der Gallerte von *Coelosphaerium Kützingerianum* und auf *Oocystis* in Europa und Nordamerika. *S. inhaerens* (Bachm.) Pascher (= *Chlamydomonas inhaerens* Bachm.) in der Gallerte von *Anabaena flos aquae* in Mitteleuropa.

III. Palmelleae.

Seite 76:

11 a. **Macrochloris** Korschikoff, On some new organisms of the groups Volvocales and Protococcales etc. in Archiv für Protistenkunde, Bd. 55 (1926) 476 und 497 (Fig. 362). — Zellen kugelig, einzeln und freilebend, mit recht derber Membran. Der Chro-

matophor besteht aus einem zentralen, ein oder mehrere Pyrenoide einschließenden Mittelstück, wovon zahlreiche nach der Peripherie radiär ausstrahlende Loben ausgehen, die sich parietal scheiben- oder bandförmig verbreitern. Mehrere Zellkerne zwischen dem zentralen und dem peripheren Teil des Chromatophoren gelagert. Vermehrung durch 2geißelige, behütete, eiförmige bis zylindrische Zoosporen, die im vorderen Ende mit einer flachen Papille und mit einem unregelmäßig gelappten, ein Pyrenoid einschließenden Chromatophor versehen sind. Bisweilen kommen auch Aplanosporen vor. Vegetative Zellen können durch Wandverdickung und Speicherung von Stärke und Hämatochrom direkt in ruhende Akineten übergehen. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt.

1 Art, *M. dissecta* Korschikoff in Tümpeln und Bassins in der Nähe von Charkow.

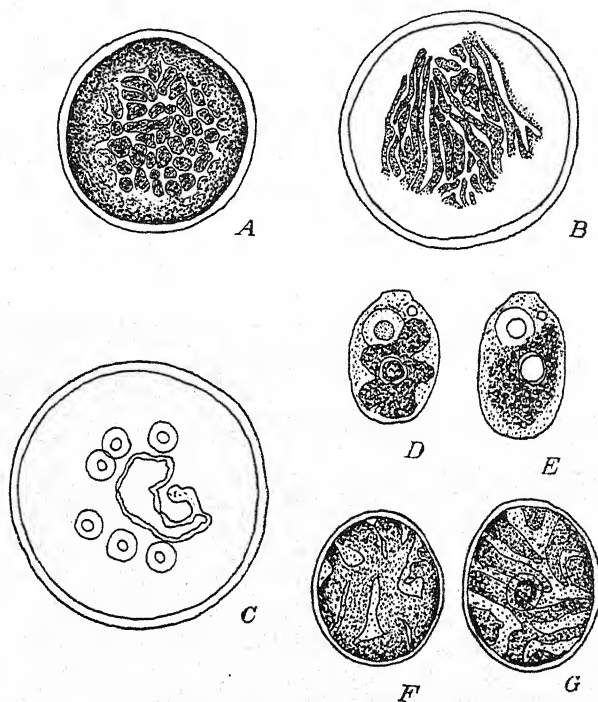


Fig. 362. *Macrochloris dissecta* Korschikoff. A Vegetative Zelle; B Zelle mit den parietalen Chromatophorloben, bandförmig verbreitert; C optischer Schnitt einer Zelle, schematisch abgebildet, mit vielen Zellkernen und einem großen Pyrenoid; D, E Zoosporen, die ihre Geißeln abgeworfen haben und zur Ruhe gekommen sind; F, G junge Zellen. (Nach A. Korschikoff, A—C 1000/1, D 1500/1, E, F 1560/1.)

Macrochloris unterscheidet sich — jedenfalls soviel die Gattung bis jetzt bekannt ist — von *Asterococcus* eigentlich nur durch den Besitz von mehreren Zellkernen. Ich bin aber davon nicht überzeugt, ob die von Korschikoff abgebildeten mehrkernigen Zellen nicht nur ein Teilungsstadium darstellen und daß die Zellen in den vegetativen Stadien eigentlich nur einkernig sind. In diesem Fall muß die Gattung *Macrochloris* unter *Asterococcus* eingezogen werden. Eine eventuelle Verwandtschaft mit verschiedenen Chlorococcaceen, z. B. *Cystococcus* oder ähnlichen Formen muß auch nicht außer Betracht gelassen werden; es beruht darauf, ob die Zellen sich vegetativ teilen können oder nicht, aber in dieser Hinsicht ist *Macrochloris* nicht genau bekannt.

Chlorococcaceae.

Seite 88:

3. *Kentrosphaera* Borzi.

K. facciolae Borzi ist außer in Europa auch in Amerika und in Asien beobachtet worden, und ist wohl kosmopolitisch verbreitet.

Seite 90:

8. *Phyllobium* Klebs.*Ph. incertum* Klebs ist auch im inneren Asien beobachtet worden.

Seite 93:

III. Characieae.

10 a. *Characiochloris* Pascher, Volvocales in Die Süßwasserflora Deutschlands usw. H. 4 (1927) 485 (Fig. 363). (*Chlamydomonas* Korschikoff p. p.) — Zellen ei-spindelförmig, in der Gestalt einem *Characium* auffallend ähnlich, ohne Stielchen, durch ein kleines Gallertpölschen, das manchmal eiseninkrustiert sein kann, festsitzend. Membran meist sehr zart, bisweilen mit einer dünnen Gallertschicht umgeben. Chromatophor in jungen Zellen parietal einseitig, leicht gelappt, bei zunehmendem Wachstum der Zelle durch zahlreiche, meist in der Längsrichtung entwickelte Spalten größtenteils bandförmig zerteilt. Ein Pyrenoid liegt in einer zentralbleibenden Partie des Chromatophoren; in älteren Zellen wird das Pyrenoid mehr undeutlich. Stigma fehlt. Zahlreiche kontraktile Vakuolen liegen im Protoplasten unregelmäßig zerstreut. Kern annähernd in halber Zellhöhe oder etwas vorn, meist einseitig gelagert. Vermehrung durch Teilung, wodurch 4–32 2geißelige, behäutete Zoosporen gebildet werden, die meist gestreckt verkehrt eiförmig sind und keine Papille haben; ihr Chromatophor parietal und seitenständig, unregelmäßig begrenzt, mit einem blassen Stigma. Kern vor dem Pyrenoid gelegen. Nach kurzer Schwärmzeit setzen sie sich fest und wachsen zu neuen vegetativen Zellen heran, die zunächst noch den einfachen wandständigen Chromatophor und auch nur 2 Vakuolen haben.

Sonst unbekannt.

Bis jetzt 2 Arten sicher bekannt, epiphytisch an verschiedenen Algen im Süßwasser; *Ch. characioides* (Korschikoff) Pascher (= *Chlamydomonas characioides* Korschikoff, an *Cladophora* und *Vaucheria* in Rußland und Tirol gefunden; *Ch. sessilis* (Korschikoff) Pascher (= *Chlamydomonas sessilis* Korschikoff) an *Cladophora* in Rußland. Pascher deutet an, daß es wahrscheinlich noch eine dritte Art mit walzlichen Zellen gibt; vielleicht ist auch die auf *Cyclops* lebende Alge, von Korschikoff als *Chlamydomonas epizootica* beschrieben, hierher gehörig.

Characiochloris sieht *Characium* auffallend ähnlich, unterscheidet sich aber durch den Besitz der kontraktilen Vakuolen. Die Gattung bildet in vieler Hinsicht einen Übergang zwischen *Chlamydomonas* und *Characium*. Pascher meint, daß viele der bis jetzt im großen und ganzen nur wenig bekannten *Characium*-Arten vielleicht zur Gattung *Characiochloris* gehören.

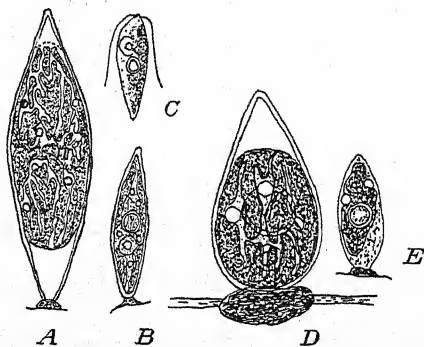


Fig. 363. A–C *Characiochloris characioides* (Korsch.) Pascher. A Eine erwachsene, B eine junge Zelle; C Zoospore. — D, E *Characiochloris sessilis* (Korsch.) Pascher. D Erwachsene, E junge Zelle. (Nach A. Korschikoff.)

Seite 94:

Zweifelhafte Gattung.

11. *Nautococcus* Korschikoff, On some new organisms from the groups Volvocales and Protococcales etc. in Archiv für Protistenkunde, Bd. 55 (1926) 493. — Zellen: einzeln lebend, oder zu Aggregaten vereinigt, kugelig bis birnförmig oder etwas unregelmäßig, an der Wasseroberfläche flottierend oder auf einem Substrat angeheftet oder auch endophytisch lebend. Zellmembran deutlich bis dick, zum Teil speziell bei flottierenden Formen mit einer besonderen, meist braun gefärbten Membrankappe versehen. Chromatophor massiv, entweder zentral und dann den größten Teil der Zelle einnehmend, mit einem zentralen Pyrenoid, oder parietal mit einigen kleinen Pyrenoiden. Im ersten Falle liegt der Kern seitlich, im letzteren Falle mehr zentral. Gewöhnlich sind auch kontraktile Vakuolen vorhanden. Stigma fehlt. Vermehrung durch *Chlamydomonas*-artige seitlich leicht zusammengedrückte Schwärmer, die eine sehr zarte Membran haben; ihre Keimung findet angeblich meist an der Wasseroberfläche statt. Daneben Übergänge zu Autosporenbildung; ferner Aplanosporen, Akineten und Cysten vorhanden, deren Membran stachelige Membranen haben. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

Der Autor beschreibt 5, wohl nicht näher miteinander verwandte Arten aus Süßwasser in Rußland.

Nur mit großem Zweifel habe ich die Gattung *Nautococcus* aufgeführt. Soviel ich aus den Beschreibungen und Abbildungen Korschikoffs ersehen kann, stellt die Gattung eine gemischte Gesellschaft dar, in die sich verschiedene Arten sowohl von *Cystococcus*- wie *Chlorochytrium*-ähnlichen Algen und vielleicht noch andere Chlorococcaceen verstecken.

12. **Craniocyrtis** Korschikoff, Über einige wenig bekannte Organismen in Russ. Archiv für Protistologie Tom. III (1924) 111 und 125 (Fig. 364). — Die Zellen sind grün, helmartig, Oberseite gewölbt, Unterseite sohlenartig abgeflacht, mittels zwei kurzen fußartigen Auswüchsen, welche Differenzierungen der äußeren Schicht der Zellmembran darstellen, festsitzend. Membran sehr dick und deutlich zweischichtig; die innere, dem Protoplasten zugewandte Schicht ist gleichmäßig dick und etwas dicker als die äußere Schicht, welche letztere allein an der Bildung der Füßchen teilnimmt; bisweilen bildet auch diese äußere Membranschicht einen Gipfeldorn auf der Oberseite der Zellen, welcher der Zelle Ähnlichkeit mit einem Helm verleiht. Der Protoplast enthält einen Chromatophor von unregelmäßiger Form mit zwei kleinen Pyrenoiden, welche gewöhnlich an den beiden Seiten der Zelle in ihrer Mitte liegen. Ein großer Teil des Protoplasten ist von

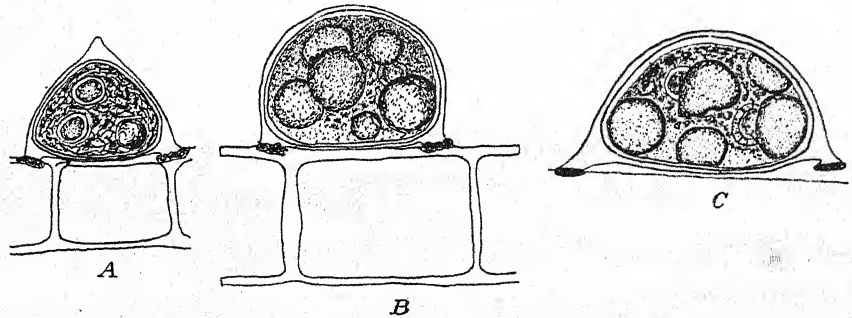


Fig. 364. *Cranioicyrtis bipes* Korschikoff. A Zelle mit Gipfeldorn; B und C Zellen ohne Dorn. (Nach A. Korschikoff.)

einigen großen kugelförmigen oder unregelmäßigen Öltropfen ausgefüllt. Die letzteren sind manchmal so außergewöhnlich groß, daß sie aufeinander stark drücken. Über die Reproduktion ist nichts bekannt.

1 Art, *C. bipes* Korschikoff epiphytisch auf *Tribonema bombycinum* in Rußland.

Der Autor gibt an, daß diese Art einen grünen Chromatophor mit 2 Pyrenoiden besitzt und zählt sie, wegen der Befestigungsweise zu den „Characiaceae“ (*Chlorococcaceae*). Ich sehe aber diesen Organismus bis auf weiteres als sehr unsicher an; er sieht in vielen Hinsichten gewissen Chrysomonaden ähnlich, auch ist zu beachten, ob er nicht vielleicht ein Ruhestadium irgendeines tierischen Organismus darstellt. Mit der in Form der Zellen etwas ähnlichen *Dicranochaete* hat sie wohl kaum etwas zu tun.

Chlorosphaeraceae.

Seite 99:

3a. **Apiococcus** Korschikoff, On some new organisms from the groups of Volvocales and Protococcales etc. in Archiv für Protistenkunde, Bd. 55 (1926) 469 und 496 (Fig. 365). — Zellen kugelig-birnförmig, bisweilen durch gegenseitigen Druck etwas kantig und unregelmäßig, einzeln oder in zwei- bis vierzelligen Verbänden. Chromatophor zentral und massiv, gegen die Peripherie zu unregelmäßig und kurz gelappt, wodurch fast sternförmig. Pyrenoid 1, fast zentral, Kern seitlich. Ferner kommen — besonders in jungen Zellen — ein oder zwei kontraktile Vakuolen zum Vorschein, sowie mehrere größere Saftvakuolen. Die kontraktilen Vakuolen sind besonders bei Stärkeanreicherung schwer zu sehen und fehlen meist ganz in erwachsenen und in Verbänden lebenden Zellen. Vermehrung durch Teilung des Protoplasten, wodurch entweder 2geißelige Zoosporen entstehen oder 4–8 behütete, kugelige Aplanosporen, die sich schon innerhalb der Muttermembran weiterentwickeln können und Verbände bilden; die Tochterzellen isolieren sich mit der Zeit. Außerdem scheint eine einfache, vegetative Zweiteilung der Zellen

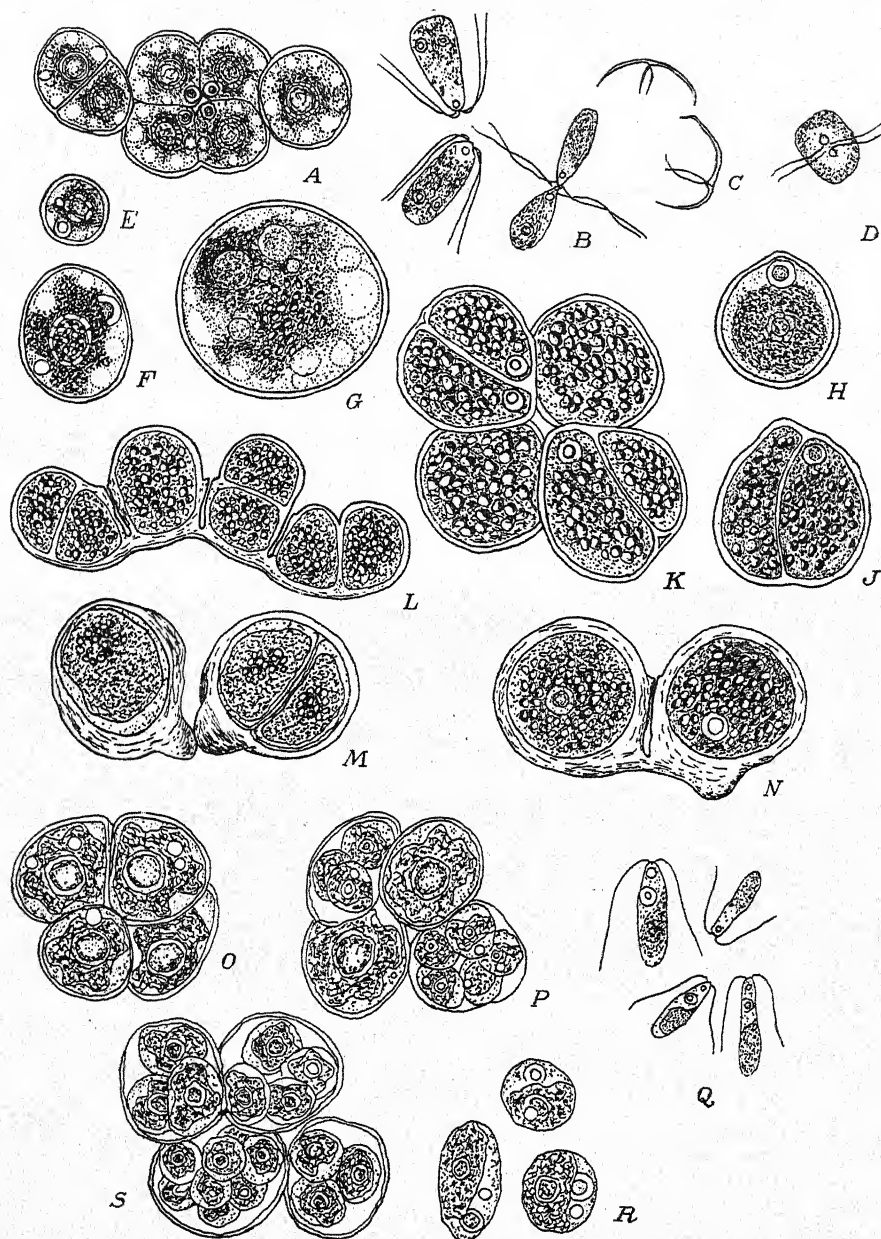


Fig. 365. A-N *Apicococcus consociatus* Korschikoff. A Aggregat von vegetativen Zellen; B Gameten in verschiedenen Stadien der Kopulation; C Reste der Muttermembran nach Ausschlüpfen der Gameten; D bewegliche Zygote (Zygozoospore) von oben gesehen; E-G vegetative Zellen in verschiedenen Altersstufen; H eine aus einem größeren Haufen isolierte Zelle; J, K Zellen in Teilung; L-N Akineten, teils in Keimung. — O-S *Apicococcus consociatus* var. *agamica* Korschikoff. O Zellhaufen, aus 4 Zellen bestehend; P Zellen in Zoosporenbildung; Q Zoosporen; R Zoosporen, sich in unbewegliche vegetative Zellen umwandelnd; S Zellen mit Zoosporen, die bereits in der Mutterzelle zu behäuteten Tochterzellen heranwachsen. (Nach A. Korschikoff, A, C 940/1, B 2380/1, D 1500/1, E-G 1560/1, H-K 1080/1, L-N 750/1, O, P, S 1000/1, R 2000/1.)

vorzukommen, wodurch sich die alte Zellwand mitteilt und erhalten bleibt; auf diese Weise entstehen die zwei- oder vierzelligen Verbände, die durch Vergallertung der äußeren Membranschichten in einzelnen Zellen isoliert werden können. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von nackten zweigeißeligen Isogameten, die eine dünnwandige Zygote liefert und direkt zu einer vegetativen Zelle heranwächst. Dickwandige Akineten, oft mit einseitig verdickter Membran, entstehen direkt aus den vegetativen Zellen; sie speichern Hämatochrom; bei ihrer Keimung werden entweder Gameten gebildet, oder die Akinete teilt sich direkt vegetativ.

1 Art, *A. consociatus* Korschikoff in kleinen Weg- und Straßenpfützen um Charkow.

Insofern diese Gattung nicht eine Mischung von Stadien verschiedener Algen ist (z. B. *Cystococcus* und *Chlorosphaera* oder ähnliche?) bin ich vorläufig dazu geneigt, sie als eine Chlorosphaeracee anzusehen. Aus den Beschreibungen und Abbildungen Korschikoffs scheint hervorzugehen, daß bei dieser Gattung eine vegetative Zweiteilung der Zellen vorkommt, ähnlich denen von Chlorosphaeraceen und Pleurococcaceen. Hierdurch wird, soviel ich erschen kann, die alte Zellwand erhalten, nur besitzen die Zellen eine äußere gemeinsame Gallertschicht. Von den bisher gekannten Gattungen der Chlorosphaeraceen unterscheidet sich *Apiococcus* durch den zentralen, sternförmig gelappten Chromatophor, wodurch diese Alge eine gewisse Ähnlichkeit mit *Cystococcus* zeigt.

Pleurococcaceae.

Seite 103:

Dispora Printz.

D. crucigenioides kommt auch nicht selten im inneren Asien vor und ist wahrscheinlich kosmopolitisch verbreitet.

Hydrodictyaceae.

Seite 111:

1. *Euaestropsis* Lagerheim.

E. Richteri (Schmidle) Lagerh. ist außerhalb Europas auch in Amerika und in verschiedenen Teilen Asiens gefunden. Im inneren Asien scheint sie jedenfalls lokal eine der verbreitetsten Proto-coccoideen zu sein.

Oocystaceae.

Seite 123:

9. *Franceia* Lemmerm.

Diese Gattung hat eine kosmopolitische Verbreitung.

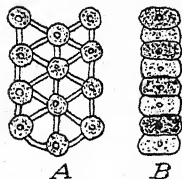


Fig. 366. *Dictyastrum mirabile* Beck-Mannagetta. A In Frontal- und B in Seitenansicht. (Nach Beck-Mannagetta, 1900/1.)

Coelastraceae.

Wenig bekannte Gattung.

Seite 151:

1a. *Dictyastrum* Beck-Mannagetta, Neue Grünalgen aus Kärnten in Archiv für Protistenkunde, Bd. 55, H. 1 (1926) 183 (Fig. 366). — Die Zellen kurz zylindrisch mit breit abgerundeten Enden in einer Ebene parallelstehend zu flatten Kolonien vereinigt. In den Kolonien liegen die Zellen, welche durch Gallertstränge miteinander verbunden sind, in gleichem Abstand zu regelmäßigen, parallelen, 4zelligen Längsreihen angeordnet, in denen die Zellen der einzelnen Reihen miteinander alternieren. Innerer Bau der Zellen, Vermehrung, Fortpflanzung, Ruhezustände etc. unbekannt.

Nur 1 Art, *D. mirabile* Beck-Mannagetta, durch ein einziges Exemplar aus quelligen Stellen am Gehänge des Mirnock in Kärnten bekannt.

Diese Gattung ist so unvollständig bekannt, daß ihre systematische Stellung sehr unsicher bleibt. Nach der Kolonieförmigkeit scheint sie eine Coelastracee zu sein, und ich habe sie daher bis auf weiteres in diese Familie einbezogen.

Register zu Band III.

Die mit dem vorgesetzten * versehenen Namen sind Synonyme.

- **Acanthastrum* Turn. 358
- **Acanthococcus* Lagerh. 24, 124
- **Acanthocodium* Suring. 321
- **Acanthoica* Lohm. 94
- **Acanthonema* J. G. Ag. 277
- **Acanthosphaera* Lemmerm. 128
- **Acetabularia* Lamx. 294
- **Acetabularia* Vichers 295
- **Acetabulum* Tourn. 294
- **Acicularia* D'Archiac 295
- **Acroblaste* Reinsch 195
- **Acrochaete* Pringsh. 197
- **Acrocladus* Nägl. 277
- **Aerosiphonia* (J. G. Ag.) Wille 275
- **Aerosiphonia* (Ag.) Kjellm. 275, 280
- **Aerosphaera* Gern. 119
- **Actidesmium* Reinsch 93
- **Actinastrum* Lagerh. 144
- **Actinastrum* Turn. 358
- **Actinobotrys* W. et G. S. West 385, 386
- **Actinocystis* Turn. 359
- **Actinotaenium* Nägl. 353
- **Aegagropila* Kütz. 276
- **Aegagropila* Kütz. 262
- **Aeronemum* Snow 408.
- **Agardhia* Cabrera 321.
- **Agardhia* Gray 373
- **Agarum* Link 277
- **Agloë* Pascher 48
- **Ahnfeldtia* Trevis. 305
- **Amblyactinium* Nägl. 357
- **Amblyastrum* Turn. 358
- **Amphibolis* Suhr 305
- **Amphicomium* Nees 221
- **Anadyomene* Lamx. 264
- **Ancyronema* Berggren 351
- **Androgynia* Wood 250
- **Ankistrodesmus* Corda 150
- **Ankistrodesmus* 140
- **Annulina* Bory 277
- **Apatococcus* Brand und Stockmayer 208
- Aphanochaetaceae** 235
- **Aphanochaete* A. Br. 237
- **Aphanochaete* Nordst. 232, 233
- **Apiococcus* Korsch. 454
- **Apiocystis* Nägl. 75
- **Apjohnia* Harvey 261
- **Apjohnia* Crouan 265
- **Aplodesmus* Turn. 356
- **Aplonema* Hass. 279
- **Aptogonum* Ehrenb. 361
- **Archerina* Lankester 120
- **Arthrochaete* Rosenv. 211
- **Arthrodesmus* Ehrenb. 356
- **Arthrodia* Rafinesque 350
- **Arthrogonium* A. Br. 164, 165
- **Arthrorabdium* Ehrenb. 354
- **Ascidium* A. Br. 92
- **Askenasyella* Schmidle 385
- **Askenasyella* W. et G. S. West 386
- **Asterococcus* Scherffel 76
- **Asteriscium* Corda 111, 127
- **Asterodictyon* Ehrenb. 111
- **Asteromonas* Artari 43
- **Asteroxanthidium* Kütz. 357
- **Astrocladium* Tschourina 144
- **Astrogonium* France 52
- **Athrocystis* W. et G. S. West 105
- **Atomocystis* Turn. 359
- **Atractinium* Zacharias 103, 150
- **Aurophaera* Schiller 393
- **Avrainvillea* Deene. 314
- **Avrainvillea* Murray et Boodle 312, 314
- **Avrainvillea* Crouan 315
- Bambusina** Kütz. 362
- **Batophora* J. Ag. 291
- **Bernardia* Playf. 121
- **Bernardinella* Chodat 393
- **Bertholdia* Lagerh. 230
- **Bertholdiella* Klebahn 230
- **Besseyosphaera* Shaw 58
- **Binatella* Bréb. 358
- **Binuclearia* Wittrock 169
- **Blastophysa* Reinke 268
- Blastosporaceae** 178
- **Blodgettia* Harvey 277
- **Bohlinia* Lemmerm. 121
- **Boodlea* Murray und de Toni 262
- **Boodleopsis* A. und E. S. Gepp 313
- **Borgea* Smith 123
- **Bornetella* Mun.-Chalm. 293
- Botrydiaceae** 409
- **Botrydina* Bréb. 105
- **Botrydiopsis* Borzi 390.
- **Botrydium* Kütz. 259, 411
- **Botrydium* Wallr. 410
- **Botrydium* Wallr. 155
- Botryococcaceae** 381
- **Botryococcus* Kütz. 386
- **Botryocystis* Kütz. 56
- **Botryodictyon* Lemmerm. 386
- **Botryomonas* Schmidle 386
- **Botryophora* Bomp. 321
- **Botryophora* (Harv.) J. Ag. 291
- **Botryosphaera* Chodat 386
- **Brachiastrum* Turn. 358
- **Brachiomonas* Bohlin 47
- **Brachionococcus* Naumann 137
- **Bracteococcus* Tereg 89
- **Brochidium* Perty 402
- **Bryobesia* Web. v. Bosse 326
- Bryopsidaceae** 298
- **Bryopsis* 325
- **Bryopsis* Lamx. 301
- **Bryopsis* Zanard. 313, 318
- **Bulbochaete* C. A. Ag. 251
- **Bulbocoleon* Möbius 194
- **Bulbocoleon* Pringsh. 197
- **Bulbotrichia* 221
- **Bumilleria* Borzi 406
- **Bumilleriopsis* Printz 401
- **Burkillia* W. et G. S. West 151
- **Byssus* 53, 221
- Cadmus** Bory 298
- **Callipsygma* J. G. Ag. 317
- **Calocylindrus* Nägl. 353
- **Calonema* Gray 264
- **Callophilophorum* Donati 294
- **Calyptobactron* Geitler 129
- **Campbellosphaera* Shaw 58
- **Campyloceras* Turn. 353
- **Capsosiphon* Gobi 177
- **Cardiomonas* Korsch. 49
- **Carteria* Dies. 50
- **Carteria* Scherffel 50
- **Carteria* Playf. 440
- **Carteria* Wille 50
- **Carradoria* Trevis. 305
- **Catena* Chodat 171
- **Caulerpa* Lamx. 305
- Caulerpacae** 301
- **Centratractus* Lemmerm. 392
- **Centratractus* Lemmerm. 392
- **Cephalastrum* Turn. 358
- **Cephaleuros* Kunze 223

- *Cephalothrix Duchas. 266
 *Cerasteris Bohlin 132
 *Cercidium Dang. 47
 Chaetobolus Rosenb. 211
 Chaetomorpha Kütz. 279
 *Chaetomorphopsis Lyon 279
 Chaetonella Schmidle 281
 Chaetonema Nowak. 196
Chaetopeltidaceae 228
 *Chaetopeltis Collins 214
 Chaetopeltis Berthold 230
 *Chaetophora Kjellm. 195
 Chaetophora Schrank 194
Chaetophoraceae 181
Chaetophorales 157
 Chaetosiphon Huber 268
 Chaetosphaeridium Klebahn 233
 Chalmasia Solms 294
 Chamaedoris Mont. 266
 *Chamaemorus Bory 63
 *Chantransia 221, 277
 Chara Vailant 428
 *Chara 428
Characeae 412
 Characiella Schmidle 93
 Characiocloris Pascher 453
 Characiopsis Borzi 398
 Characium A. Br. 92
 *Charospermum Link 192
 *Charopsis Kütz. 428
 *Chauvinia Bory 305
 *Chemnitzia Decne. 305
 Chionaster Wille 132
 Chlamydolepharis Francé 64
 *Chlamydotrys Korsch. 61
 *Chlamydococcus A. Br. 46, 53
 *Chlamydococcus Stein 52, 432
 *Chlamydomonas Bachm. 451
 *Chlamydomonas Cohn 45, 63
 *Chlamydomonas Dies. 54
 *Chlamydomonas Ehrenb. 46
 *Chlamydomonas Ehrenb. 50
 *Chlamydomonas Klebs 64
 *Chlamydomonas Korsch. 448, 451, 453
 *Chlamydomonas Printz 49
 *Chlamydomonas Wille 47
 *Chlamydosphaera Schkorb. 61
 Chloramoeba Bohlin 380
 *Chlorangiella de Toni 71
 Chlorangium Stein 71
 Chloraster Ehrenb. 43
 Chlorella Beyer. 119
 Chlorobium Nadson 172
 Chlorobranchis Korsch. 441
Chlorobotrydaceae 387
 Chlorobotrys Bohlin 389
 Chloroceras Schiller 437
 Chlorochromonas Lewis 381
 *Chlorochytrium Bohlin 88
 Chlorochytrium Cohn 90
 Chlorocladus Sonder 292
 Chloroclonium Borzi 203
 Chlorocloster Pascher 393
Chlorococcaceae 81
 Chlorococcum Fries. 87
 *Chlorococcum 119, 389
 *Chlorocystis Reinh. 90
 *Chlorodendron Senn 72
 Chlorodesmis Bailey et Harv. 314
 *Chlorodesmis J. G. Ag. 312
 Chlorogonium Ehrenb. 47
 *Chlorogonium Klebs 447
 *Chloroidium Nadson 119
 *Chloromonas Gobi 46
 *Chloroplegma Zanard. 314
 Chlorophysemma Pascher 448
 *Chloropteris Mont. 277
 Chlorosaccus Luther 384
 Chlorosarcina Gern. 98
 *Chlorosphaera Henfr. (non Klebs) 118
 Chlorosphaera Klebs 98
Chlorosphaeraceae 95
 *Chlorotetras Gern. 97
Chlorotheciaceae 394
 Chlorothecium Borzi (nec Krüger) 397
 *Chlorothecium Krüger 119
 Chlorotriangulum Kufferath 60
 Chlorotylum Kütz. 207
 *Chlorotylum Reinsch 204
 Chlorovitta Schiller 61
 *Choapsis Gray 371
 *Chodatella Lemmerm. 121
 Choreoclonium Reinsch 215
 *Chromopeltis Reinsch 222
 *Chroolepus Agardh 221
 *Chroolepus Karsten 222
 Cladocephalus Howe 316
 *Cladophora Harv. et Hook. 262
Cladophoraceae 270
 Cladophora (Kütz.) Wille 277
 *Cladophora auct. pl. 276
 *Cladophora Kütz. 279
 Cladophoropsis Börgesen 262
 *Cladostephus Ag. 291
 *Clementia Murray 385
 *Clitocystis Turn. 352
 *Closteridium Reinsch 127, 402
 *Closteridium Turn. 150
 Closteriococcus Schmidle 151
 *Closteriopsis Lemmerm. 150
 *Closteriospira Reverdin 352
 *Closterium 150, 350
 Closterium Nitzsch 353
 Coccobotrys Chodat 387
 *Coccochloris Spreng. 46, 53, 410
 *Coccochloris 74
 *Coccocladus Cramer 291
 Cocomonas Stein 52
 Cocomyxa Schmidle 104
 *Cocophysium Link 46, 53
 *Coccosphaera Perty 64
Codiaceae 306
 Codium A. Br. 93
 *Codium Lagerh. 200
 Codium Stackh. 321
 *Codium Delle Chiaje 291
Coelastraceae 132
 Coelastrella Chodat 148
 Coelastrum Nägl. 148
 *Coenogonium Nylander 221
 *Cohniella Schröder 147, 148
 *Colacium Ehrenb. 71
 Collinsiella Setchell et Gardner 78
Coleochaetaceae 237
 Coleochaete Bréb. 242
 *Colpodastrum Turn. 358
 *Colponema Turn. 360
 *Colpopelta Corda 355, 358
 *Conferva 221, 250, 263, 277, 279, 280, 331
 *Conferva Kütz. 164
 *Conferva L. 406
 *Conferva Roth 74, 280, 291, 298
 *Conferva Wulf. 177
 *Conjugata (Vauch.) Hansg. 371
Conjugatae 339
 Conochaete Klebahn 233
 Conococcus Carter 130
 *Copelandosphaera Shaw 58
 *Conradia Kufferath 124
 *Corallina 319, 321
 *Corallina Ellis et Solander 318
 *Corallina Solander 266
 *Coralliodendron Kütz. 318
 *Corallocephalus Kütz. 318
 *Corbiera Dang. 46, 50
 *Cormodictyon Piccone 266
 *Cosmariastrium Turn. 358
 Cosmarium Corda 355
 Cosmoecidium Bréb. 355
 Craniocystis Korsch. 454
 *Craterospermum A. Br. 373
 Crenacantha Kütz. 215
 *Crucigenia Brunnth. 103, 148
 Crucigenia Morren 147
 Crucigeniella Lemmerm. 148
 *Cryptoglana Carter 46, 50, 52
 *Cryptomonas Dies. 54
 *Cryptomonas Ehrenb. 52
 *Cryptomonas Perty 50
 Cryodactylon Chodat 60
 *Ctenocladus Borzi 204
 *Cyanochaete Gobi 234
 *Cyanospermum Hansg. 370
 *Cyclidium Turn. 355
 *Cyclocystis Turn. 352
 Cyndrocapa Reinsch 244
Cylindrocapsaceae 242
 Cyndrocystis (Menegh.) de Bary 351
 *Cylindriastrium Turn. 358
 Cylindromonas Hansg. 59
 *Cymathococcus Hansg. 124
 *Cymatonema Kütz. 250
 Cymbomonas Schiller 60
 Cymopolia Lamx. 292
 *Cyptastrum Turn. 358
 *Cystococcus Nägl. 87
 Cystococcus (Nägl.) Treboux 89
 *Cystocoleus Thwaites 221
 *Cystodictyon Gray 264

- **Dactylococcus* 104
 **Dactylococcus* Nägl. 141, 151
 **Dactylosphaerium* Steinecke 138
 **Dactylothece* Lagerh. 165
 **Dangeardia* Bougon 46
 **Dangeardinia* Bougon 46
 ***Dasycladaceae** 282
 **Dasycladus* Ag. 291
 **Dasycladus* Harv. 291
 **Debarya* Wittrock 372
 **Dematium* Rebert. 221
 **Dendronema* Schmidle 165
 **Derbesia* Ardiss. 313
 **Derbesia* Solier 325
 ***Derbesiaceae** 323
 **Dermatophyton* Peter 214
 **Desmatractum* W. et G. S. West 105
 ***Desmidiaceae** 340
 **Desmidium* Ag. 361
 **Desmidium* Bréb. 360
 **Desmococcus* Brand 102
 **Diadema* Pal. 370
 **Dichococcus* Nägl. 101
 **Dichotomosphon* Ernst 334
 **Dichotomum* W. et G. S. West 127, 357
 **Dicoleon* Klebahn 232
 **Dicranochaete* Hieron. 231
 **Dictyastrum* Beck-Man. 456
 **Dictylema* Rafinesq. 263
 **Dictyococcus* Gerneck 89
 **Dictyococcus* Hansg. 124
 **Dictyocystis* Lagerh. 137
 **Dictyosphaeria* Decne. 260
 **Dictyosphaeriopsis* Schmidle 385
 **Dictyosphaerium* Archer 355
 **Dictyosphaerium* Nägl. 137
 **Didymocladon* Ralfs 357
 **Didymogenes* Schmidle 144
 **Didymoprium* Kütz. 361
 **Didymosporangium* Lambert 204
 **Dimorphococcus* A. Br. 138
 **Diplochaete* Collins 230, 231
 **Diplochaete* Collins 231
 **Diplonema* de Not. 279
 **Diplonema* Kjellm. 177
 **Diplocystis* Cleve 94
 **Diplodrina* From. 56
 **Diplosphaeria* Bialosuk. 102
 **Diplostauron* Korsch. 439
 **Discera* Vogt 46
 **Diselmis* Dujard. 45, 46, 53
 **Dispora* Printz 103, 456
 **Docidiopsis* Racib. 354
 **Docidium* Bréb. 354
 **Draparnaldia* Bory 192
 **Draparnaldia* 190
 **Draparnaudia* 192
 **Dunaliella* Teodor. 45
 **Dyas* Ehrenb. 47
 **Dysmorphococcus* Takeda 442
 **Dysphinctium* Nägl. 353
 **Echballoecystis* Bohlin 72
 **Echballoecystis* Yendo 78
 **Ecdysichlamys* G. S. West 125
 **Echinastrum* Archer 113
 **Echinosphaerella* Smith 129
 **Echinosphaeridium* Lemmerm. 129
 **Ectosperma* Vaucher 331
 **Ectocarpus* 221
 **Ectochaete* (Huber) Wille 194
 **Elakatothrix* Wille 103
 **Emergococcus* Miller 87
 **Emergosphaera* Miller 87
 **Endoclonium* Szyman. 193
 **Endoderma* de Toni 213
 **Endoderma* Lagerh. 201
 **Endophyton* Gardn. 210
 **Endosphaera* Klebs 90
 **Endospira* Bréb. 352
 **Enteromorpha* (Link) J. Ag. 177
 **Enteromorpha* 175
 **Entocladia* Hauck 213
 **Entocladia* Reinke 202
 **Entoderma* Lagerh. 194
 **Entophysa* Möbius 99
 **Eomyces* Ludwig 81
 **Epibolium* Printz 205
 **Epicladia* Reinke 202
 **Epiclemmydia* Potter 214
 **Eremosphaera* Chodat 76
 **Eremosphaera* de Bary 118
 **Eremosphaera* de Bary 118
 **Ernodesmis* Börgesen 265
 **Errerella* Conrad 121
 **Espera* Decne. 318
 **Euastridium* W. et G. S. West 358
 **Euastrum* Lagerh. 111, 456
 **Euastrum* Corda 111
 **Euastrum* Ehrenb. 358
 **Euastrum* Schmidle 111
 **Eucaulerpa* Endl. 305
 ***Euchlorophyceae** 27
 **Eucladophora* (Kütz.) Hauck 277
 **Eucosmium* Nägl. 358
 **Eudorina* Ehrenb. 56
 **Eudorinella* Lemmerm. 56
 **Euglenopsis* Davis 72
 **Euoedogonium* Wood 250
 **Euspirogyra* (Link) Hansg. 371
 **Euspirotaenia* Lagerh. 352
 **Eustigeoclonium* Pascher 190
 **Eutetramorus* Walton 140
 **Eutospira* Hantzsch 150
 **Euulothrix* Pascher 164
 **Euzygnema* Gay 370
 **Excentrosphaera* Moore 118
 **Fernandinella* Chodat 139
 **Flabellaria* 319, 321
 **Flabellaria* Delle Chiaje 264
 **Flabellaria* Lamx. 316
 **Filoprotococcus* Kufferath 181
 **Fistularia* Stackh. 177
 **Follicularia* Miller 154
 **Foreliella* Chodat 200
 **Fortiella* Pascher 440
 **Fradella* Chauvin 314
 **Franceia* Lemmerm. 123, 456
 **Fridaea* Schmidle 194
 **Fucus* 321
 **Fucus* Bertoloni 291
 **Fulminaria* Gobi 399
 **Furcilla* Stokes 446
 **Fusola* Snow 103
 **Gastridium* Lyngh. 74, 259
 **Gayella* Rosenv. 181
 **Genicularia* de Bary 352
 **Geminella* Turp. 169
 **Geminella* Wille 168
 **Genuflexa* Link 373
 **Geosiphon* F. v. Wettstein 411
 **Gigantochloris* Pascher 443
 **Glaeoprium* Berkeley 362
 **Glenogonium* Dies. 54
 **Glenomorum* Ehrenb. 46
 **Glenomorum* Schmarda 47
 **Glenophytum* Dies. 63
 **Glenopolytoma* Dies. 63
 **Globulina* Link 370
 **Globulina* Turp. 53
 **Glochiococcus* de Toni 124
 **Gloeochoete* Lagerh. 234
 **Gloeococcus* A. Br. 76
 **Gloeocystis* Nägl. 77
 **Gloeocystis* G. S. West 76
 **Gloeocystis* W. et G. S. West 389
 **Gloeocystopsis* Smith 125
 **Gloeodendron* Korsch. 77
 **Gloeodictyon* Ag. 77
 **Gloeomonas* Klebs 59, 444
 **Gloeoplax* Schmidle 207
 **Gloeotaenium* Hansg. 126
 **Gloeotila* Kütz. 165
 **Gloiococcus* Schüttl. 46, 53
 **Glyptastrum* Turn. 358
 **Golenkinia* Chodat 120, 123
 **Golenkinia* Schmidle 120
 **Gomontia* Born. et Flah. 200
 **Gonatidium* Turn. 355
 **Gonatonema* Witttr. 374
 **Gonatozygon* de Bary 352
 **Gongrosira* Chodat 200
 **Gongrosira* Kütz. 204
 **Goniocystis* Hass. 307
 **Gonium* Müller 54
 **Gonotoblaste* Huber 197
 **Grayemma* Gray 264
 **Gymnozyga* Ehrenb. 362
 **Haematococcus* C. A. Ag. emend. Wille 53
 **Haematococcus* de Toni 52
 **Haematococcus* Dunal 45
 **Halicoryne* Harv. 294
 **Halicystis* Aresch. 259

- *Haligraphium Endl. 318
 Halimeda Lamx. 321
 *Halipsygma Endl. 318
 *Hallasia Rosenv. 370
 Halosphaera Schmitz 391
 *Hammatidium Turn. 354
 Hansgirgia de Toni 222
 *Haplonema 280
 *Haplonema Hass. 279
 *Hariotina Dang. 148
Harpochytriaceae 399
 Harpochytrium Lagerh. 399
 Hauckia Borzi 73
 *Hectastrum Turn. 358
 *Hediniella Wille 164
 *Heliactis Kütz. 359
 *Helierella Turp. 111
 *Hemistigeoclonium Pascher 190
 *Hemiulothrix Pascher 164
 *Herpochaete Mont. 305
 *Herposteiron Nägl. 237
 *Herposteiron Nordst. 233
 *Heterocarpella Bory 355
 *Heterocarpella Turp. 358
Heterochloridaceae 378
 Heterochloris Pascher 380
 *Heterococcus Chodat 408
Heterocontae 375
 *Heterogonium Dang. 225
 Heteromastix Korsch. 445
 Heterothallus Hariot 222
 Hexasterias Cleve 94
 *Himantidactylus Trevis. 305
 Hofmania Chodat 146
 *Holacanthum Lundell 356
 *Holocystis Hass. 359
 *Hoplastrum Turn. 357
 *Hormidiopsis Heering 171
 *Hormidium 280
 *Hormidium (Klebs) Heering 166
 *Hormidium Kütz. 171, 180
 *Hormiscia 163, 166, 280
 *Hormococcus Chodat 165
 *Hormospora Bréb. 164, 168
 *Hormospora Nägl. 169
 *Hormotheca Borzi 406
 Hormotila Borzi 73
 *Hormotrichum Kütz. 164, 280
 Hyalogonium Pascher 447
Hyalovolvocaceae 61
 Hyalophysa Cleve 94
 Hyalotheca Ehrenb. 362
 *Hydrianum Rabenh. 92
 *Hydrocystis Turn. 125, 146
 *Hydrocytium Rabenh. 92
Hydrodictyaceae 106
 *Hydrodictyon Ag. 263
 Hydrodictyon Roth 112
 *Hydrogastrum Desv. 410
 *Hydrosolen Martius 177
 *Hysginum Perty 46, 53
 *Ichthyocercus W. et G. S. West 359
 *Ilea Fries 177
 *Ineffigiata W. et G. S. West 386
 Inoderma Kütz. 79
 Interfilum Chodat et Topali 169
 Internoretia Setch. et Gardn. 216
 *Isococcus Fritsch 46
 *Isthmia Menegh. 360
 *Isthmosira Kütz. 360
 Iwanoffia Pascher 191
 *Janetosphaera Shaw 58
 *Kallonema Dickie 177
 Kentrosphaera Borzi 88, 452
 Keratococcus Pascher 151
 Kirchneriella Schmidle 126
 Klebahiella Lemmerm. 215
 Kleiniella France 60
 Korschikoffia Pascher 430
 *Krügera Heering 119
 Lagerheimia (de Toni) Chodat 121
 *Lamarekia Olivi 321
 Lamprothamnium Groves 428
 *Lamprothamnus A. Br. 428
 *Lauronema Wallich 360
 Lauterborniella Schmidle 144
 *Leda Bory 372
 *Leiospermum (de Bary) Hansg. 370
 *Lemmermannia Chodat 147
 *Leptocystinema Archer 352
 Leptosira Borzi 206
 *Leptozosma Turn. 361
 *Lepra 221
 *Lepraria 53, 221
 Letterstedtia Aresch. 176
 *Leucocystis Schröter 80
 *Leuronema Wallich 360
 Leuvenia Gardn. 384
 *Limnodietyon Kütz. 87
 *Linckia Wiggers 410
 *Lithonema Hass. 355
 Lobomonas Dang. 48
 *Lobomonas Hazen 439
 Lochmium Printz 209
 *Lucernaria Ross. 370
 *Lunulina Bory 353
 *Lychaete Aresch. 279
 *Lychnothamnus A. Br. 428
 Lychnothamnus (Rupr.) Leonhardi 428
 *Lyngbya 280
 *Lyngbya Hass. 164
 Macrochloris Korsch. 451
 *Macrodictyon Gray 264
 Malleochloris Pascher 450
 Marthea Pascher 139
 Mastigosphaera Schewiak. 56
 Medusochloris Pascher 45
 *Menzbierella Miller 145
 Meringosphaera Lohm. 391
 *Merizothrix Reinke 171
 *Merrillosphaera Shaw 58
 *Mesocarpus Hass. 373
 Mesogerron Brand 172, 374
 Mesostigma Lauterb. 59
 Mesotaenium Nägl. 350
 *Micracanthum Turner 355, 356
 Micractinium Fresen. 120
 Micrasterias Ag. 359
 *Micrasterias Corda 150
 *Micrasterias Kütz. 111, 147
 *Microcystis 53, 74
 Microdictyon Deene. 263
 *Microdictyon Gray 264
 *Microdictyon (Harv.) Dickie 262
 *Microglana Ehrenb. 46
 Microspora (Thuret) Lagerh. 170
 Microthamnion Nägl. 210
 Mischococcus Nägl. 397
 *Mixotaenium Delponte 362
Monoblepharidaceae 252
 *Monactinus Corda 111
 *Monas Joly 45
 Monas Müller 46, 63
 Monocella Gerneck 408
Monociliaceae 407
 Monodus Chodat 393
 Monomastix Scherffel 45
 Monostroma (Thuret) Wittrock 175
 *Monostroma 74
 Mougeotia Ag. 373
 *Mougeotia de Bary 372
 *Mougeotiopsis Palla 372
 *Mülleria Leclere 353
 Mycoanthococcus Hansg. 81
 *Mycinema Hook. et Arnott 221
 *Mycoides Cunningham. 223
 Mycotetraëdron Hansg. 182
 *Mycothamnion Kütz. 397
 *Myriodactylon Desv. 194
 Myrmecia Printz 88
 *Myrsidium Bory 291
Myurococcaceae 80
 Myurococcus Hansg. 80
 *Myxochaete Bohlin 230
 *Myxonema Fries 163, 190
 *Myxothrix Trevis. 190
 Nannochloris Naumann 104
 Nannokloster Pascher 105
 Nautococcus Korsch. 453
 Neomeris Lamx. 292
 *Nephridium Turn. 355
 Nephrochloris Geitler und Gimesi 381
 *Nephrocystium Bohlin 140
 Nephrocystium Nägl. 125
 *Nesaea Lamx. 266, 318
 Netrium Nägl. 352
 Nitella Ag. 426
 *Nitella 428

- Nitellopsis Hy 428
 Nordstedtia Borzi 232
 *Nothocosmarium Racib. 355
 *Nylandera Hariot 221

Ochlochaete Twaites 211
 *Odontastrum Turn. 358
 Oedocladium Stahl 252
Oedogoniaceae 244
 Oedogonium Link 250
 Oligochaetophora G. S. West 231
 *Olivia Bertol. 294
 Oltmansia Schiller 61
 Onychonema Wallich 360
 Oocardium Nägl. 355
Oocystaceae 113
 *Oocystella Lemmerm. 124
 Oocystis Nägl. 124
 *Oocystis Nägl. 121
 *Oodesmus Schmidle 386
 *Oontidium Turn. 354
 Oophila Lamb. 94
 *Oplarium Losana 111
Ophiocytiaceae 399
 *Ophiocytium Gerneck 401
 *Ophiocytium Nägl. 402
 *Ophiothrix Kütz. 402
 *Orthidium Turn. 354
 *Orthoceras Turn. 353
 *Osterhoutia Gardn. 384
 Ostreobium Born. und Flah. 338
 *Ourococcus Grobèty 151
 *Oxyzosma Turn. 360

 *Pachyaetinium Nägl. 357
 Pachycladon Smith 129
 *Pagetophila Wittrock 355
 *Palmella Ag. 74
 *Palmella Hook. 46
 *Palmella Hook. et Harv. 77
 *Palmella (Lyngb.) Chodat 76
 *Palmellocooccus Chodat 119
 *Palmodyctyon Nägl. 77
 Palmodyctyon (Kütz.) Lemmermann 77
 Palmophyllum Kütz. 79
 Pandorina (Bory) Ehrenb. 56
 *Pandorina Fresen. 51
 *Pandorina Dujard. 56
 *Pandorina Korsch. 56
 *Paramidium Turn. 355
 Parapolytoma James. 64
 Pearsoniella Fritsch et Rich 164
 *Pectoralina Bory 54
 *Pediastrum A. Br. 111
 *Pediastrum Menegh. 147
 Pediastrum Meyen 111
 Pedinomonas Korsch. 445
 Pedinopera Pascher 440
 Pelagocystis Lohm. 385
 Penicillus Lamck. 318
 *Penicillus Lamck. 266, 318

 *Peniococcus Wolosz. 105
 Penium Bréb. 353
 *Penium de Bary 352
 *Pentasterias Ehrenb. 357
 *Percursaria Bory 177
 *Periplegmaticum Hansg. 202
 Peroniella Gobi 396
 Petrosiphon Howe 266
 *Pexisperma Rafin. 76
 *Phacelomonas Stein 51
 Phacomonas Lohmann 380
 Phacospermum Hansg. 370
 Phacotus Perty 52
 *Phacotus Stein 52
 *Phacophila Hansg. 268
 Phacophila Hauck 197
 Phaseolaria Printz 88
 *Phycastrum Kütz. 357
 Phycopeltis Millardet 222
 *Phycoseris Kütz. 176, 177
 *Phylterpa Kütz. 305
 *Phyllactidium Crouan 214
 *Phyllactidium Kütz. 222, 242
 Phyllobium Klebs 90, 453
 *Phyllodictyon Gray 266
 Phyllomonas Korsch. 434
 *Phylloplax Schmidle 223
 Phyllosiphon Kühn 336
Phyllosiphonaceae 334
 Phymatodocis Nordst. 362
 Physocytium Borzi 69
 Physolinum Printz 224
 *Phythelios Frenzel 120, 123
 *Phytoconeis Bory 221
 Phytomorula Kofoid 149
 Phytophysa Web. v. Bosse 337
 Pilidiocystis Bohlin 130
 Pilinia Kütz. 194
 *Pilinia G. S. West 204
 Pirula Snow 225
 *Pithiseus Dang. 50
 *Pithiseus Kütz. 355
 Pithophora Wittrock 279
 Placosphaera Dang. 120
 *Plagiospermum Cleve 373
 *Planctonema Schmidle 165
 Planktosphaeria Smith 131
 Planophila Gern. 97
 Platychloris Pascher 424
 Platydorina Kofoid 55
 Platymonas G. S. West 50, 441
 Pleodorina Shaw 58
 Pleurastrum Chodat 208
 *Pleurenterium Lundell 357
 *Pleurocarpus A. Br. 373
 Pleurochloris Pascher 390
Pleurococcaceae 99
 Pleurococcus Menegh. 101
 *Pleurococcus Cienk. 46, 76
 *Pleurococcus Reinsch 124
 *Pleurococcus Wildem. 139
 *Pleurococcus 119, 221
 Pleurodiscus Lagerh. 372
 *Pleurosicys Corda 352
 Pleurothamnion Borzi 205

 *Pleurotaeniopsis Lundell 355
 Pleurotaenium Nägl. 354
 *Pleurotaenium 355
 Polyblepharides Dang. 43
 *Polychaete Nordst. 233
 *Polychaetophora W. et G. S. West 230
 *Polychaetophora W. et G. S. West 231
 Polychloris Borzi 391
 *Polyedriopsis Schmidle 127
 *Polyedrium Nägl. 127
 *Polyphysa (Lamck.) Lamx. 294
 Polytoma Ehrenb. 63
 *Polytoma Korsch. 447
 Polytomella de Beaurep. 62
 *Poropsis Kütz. 318
 *Porphyridium Schmidle 105
 Prasinocladus Kuckuck 72
 Prasiola C. A. Ag. 180
 Pringsheimia Reinke 212
 *Pringsheimia Wood 250
 *Prionema Turn. 360
 *Prolifera 277
 *Prolifera Vaucher 250
 *Prostigeoclonium Pascher 190
Protochlorineae 444
Protococcaceae 81
Protococcales 27
 *Protococcus Ag. 46
 *Protococcus (Ag.) Wille 101
 *Protococcus de Toni 87
 *Protococcus Dunal 45
 *Protococcus Greville 53
 *Protococcus Kütz. 221, 410
 Protoderma (Kütz.) Borzi 213
 Protosiphon Klebs 155
Protosiphonaceae 151
 *Protosphaeria Trevis. 53
 Prototheca Krüger 131
Protothecaceae 131
 *Proulothrix Pascher 164
 Psephotaxus W. et G. S. West 171
 Pseudendoclonium Wille 208
 Pseudobryopsis Berthold 301
 Pseudochaete W. et G. S. West 198
 Pseudochlorodesmis Börgesen 313
 Pseudocodium Web. v. Bosse 322
 Pseudodictyon Gardn. 210
 Pseudopleurococcus Snow 208
 Pseudoplingsheimia Wille 212
 *Pseudostaurastrum Hansg. 127
 Pseudotetraëdron Pascher 392
 Pseudotetraspora Wille 102
 *Pseudulothrix Pascher 166
 Pseudulvella Wille 214
 Pterococcus Lohm. 94
 Pterocystis Lohm. 94
 *Pterodictyon Gray 266
 Pteromonas Seligo 52

- Pterospaera (Jörg.) Lohm. 94
 Pterosperma Pouchet 94
Pterospermataceae 94
 *Ptilerpa Harv. 305
 Pyramidomonas Schmarda 43
 *Pyrobotrys Arnoldi 61
 Pyxispora W. et G. S. West 373

Quadrigula Printz 140

 *Raciborskiella Wislouch 431
 Racovitzella de Wildem. 385
 Radiococcus Schmidle 139
 Radiophilum Schmidle 168
 *Raphidiastrum Turn. 358
 *Raphiolepta J. Ag. 321
 *Reinkia Borzi 202
 *Reinschiella de Toni 127, 402
 *Rhabdium Dang. 399
 *Rhaphidium Chodat 167
 *Rhaphidium Kirchner 126
 *Rhaphidium Kütz. 150
 *Rhaphidium Schröder 140
 *Rhaphidium Wolosz. 103
 Rhaphidonema Lagerh. 167
 Rhapidiphyllon Heydr. 264
 *Rhapidiphyllum Heydr. 263
 *Rhapidisiphon Okamura 263
 Rhapidodesmis A. und E. S. Gepp 312
 Rhapidosiphon Mont. 319
 Rhipilia Kütz. 315
 Rhipiliopsis A. und E. S. Gepp 315
 Rhipocephalus Kütz. 318
 Rhipozonium Kütz. 319
 Rhizoclonium (Kütz.) Brand 281
 *Rhizoclonium 279
 *Rhizococcum Desmaz. 410
Rhodochytriaceae 94
 Rhodoplax Schmidle et Wellheim 105
 *Rhynchonema Kütz. 371
 *Rhytosiphon Brand 314
 *Richteriella Lemmerm. 120
 *Rivularia D. C. 74
 *Rivularia Roth 194
 Rodoëssa Perty 94
 Roya W. und G. S. West 350
 *Rudicula Heydr. 318
 *Rutidiastrum Turn. 358
 *Rutidium Turn. 354.

 Salmacis Bory 371
 Scenedesmus Meyen 141
 *Scenedesmus Ralfs 150
 *Scenedesmus Wood 120
 Scherffelia Pascher 50
 *Schizacanthum Lundell 356
 *Schizastrum Turn. 357
 Schizoclamys A. Br. 75
 *Schizocystis Turn. 359
 *Schizodesmus Turn. 356
 *Schizogonium Kütz. 171, 177, 180
 *Schizogonium 280
 Schizomeris Kütz. 171
 *Schizospora Reinsch 353
 Schmidleia Wolosz. 145
 *Schroederia Lemmerm. 150
 *Schroederia Schmidle 392
 Schroederiella Wolosz. 146
 *Sciadium A. Br. 402
 *Scopularia Chauv. 266
 Scotiella Fritsch 52
 *Scotinosphaera Klebs 90
 Scourfieldia G. S. West 49
 *Serobieulospermum Hansg. 370
 *Sphrammia Dang. 234
 *Seytosiphon Lyngh. 177
 *Selenaea Nitsch 111
 *Selenastrum Collins 150
 Selenastrum Reinsch 150
 *Selenastrum Reinsch 126, 141
 *Selenoceras Turn. 353
 *Selenococcus Schmidle und Zacharias 125
 *Selenoderma Bohlin 126
 *Selenosphaerium Cohn 113
 *Serpentinaria Gray 373
 *Sertolara 321
 *Siderocelis Naumann 120
Siphonales 298
Siphonocladales 252
 *Siphonocladus Schmitz 262
 Siphonocladus (Schmitz) Borge-sen 265
 *Sirogonium Kütz. 371
 *Solenia Ag. 177
 Sorastrum Kütz. 113
 Soropediastrum Wille 112
 Spermatozopsis Korsch. 44
 *Sphaerastrum Menegh. 113
 *Sphaerella Hansg. 45
 *Sphaerella Sommerf. 46
 *Sphaerella Lagerh. 52, 53
 Sphaerellopsis Korsch. 432
 *Sphaericastrum Turn. 358
 *Sphaeridium Turn. 355
 *Sphaerocarpus Hass. 373
 *Sphaerocystis Chodat 76
 *Sphaerogona Link. 298
 Sphaeroplea C. A. Ag. 298
Sphaeropleaceae 296
 *Sphaeroplethia Duby 298
 Sphaerosiphon Schussnig 155
 *Sphaerosira Ehrenb. 58
 *Sphaerospermum Cleve 373
 Sphaerososma Corda 360
 Sphenochloris Pascher 49
 Sphinctosiphon G. S. West 80
 *Spinoclosterium Bernard 353
 *Spirodiscus Eichwald 402
 Spirogonium Pascher 441
 Spirogyra Link 371
 Spirotaenia Bréb. 352
 *Spirotaeniopsis Lagerh. 352
 Spondylomorum Ehrenb. 51
 *Spondylomorum Playf. 61
 Spondylosium Bréb. 360
 *Spongia Scopoli 291
 Spongocladia Aresch. 282
 *Spongodendron Zanard. 282
 *Spongodium Lamx. 321
 *Spongomorpha Kütz. 275
 Spongomorpha (Kütz.) Wille 280
 *Spongopsis Kütz. 279
 Spongosiphonia Aresch. 277
 Sporocladus Kuckuck 207
 *Stapfia Chodat 74
 Staurastrum Meyen 357
 *Staurastrum Ralfs 127
 *Stauridium Corda 111
 *Staurocarpus Hass. 373
 *Stauroceras Kütz. 353
 *Staurogenia Chod. 146
 *Staurogenia Kütz. 147
 *Staurogenia Schmidle 103
 *Staurogenia 148
 *Staurophanum Turn. 127
 *Staurospermum Kütz. 373
 *Steiniella Bernard 138, 141
 *Stellulina Link 370
 *Stenaetinium Nägl. 357
 *Stenocystis Gray 264
 *Stephanocoelium Kütz. 305.
 Stephanoon Schewiak. 56
 *Stephanoplanea Tereg 87
 Stephanoptera Dang. 44
 Stephanosphaera Cohn 53
 *Stephanoxanthidium Kütz. 357
 *Stephanonema Wern. 53
 *Stercococcus Kütz. 204
 *Stichococcus Gay 166
 Stichococcus Nägl. 165
 *Stichococcus Pascher 105
 Stichogloea Chodat 386
 *Stigeoclonium Iwanoff 191
 Stigeoclonium Kütz. 190
 Stipitococcus W. et G. S. West 396
 *Stomatocytrium Cunningh. 90
 Streptonema Wallich 361
 Struvea Sonder 266
 *Stylococcus Schmidle 396
 Stylosphaeridium Geitler und Gimesi 450
 Sycamina von Tiegh. 64
 *Synaphia Perty 56
 *Syncoelium 221
 *Syncollesia 221
 Sykidion Wright 91

 Talarodictyon Endlicher 269
 *Teinidium Turn. 355
 Tellamia Batters 200
 Temnogametum W. et G. S. West 373
 *Temnogyra Lewis 371
 *Temnozosma Turn. 360

- *Temperea Bougon 357
 *Tessararthra Ehrenb. 335, 360
 *Tessararthra Morren 92
 *Tessarthonia Turp. 355
 Tetmemorus Ralfs 359
 *Tetrabaena Dujard. 54
 Tetrablepharis Senn 64
 *Tetraceras Chodat 121
 *Tetrachastrum Dixon 359
 *Tetrachococcus Nägl. 101
 *Tetracoccus Tereg 75
 *Tetracoccus W. West 139, 140
 *Tetrademus Smith 141
 *Tetradonta Korsch. 442
 Tetraëdroides Griffiths 216
 Tetraëdron Kütz. 127
 *Tetragonium W. et G. S. West 54
 Tetrallantos Teilung 145
 *Tetramastix Korsch. 442
 *Tetramitus Zachar. 64
 *Tetranema Aresch. 177
 *Tetrapedia Schröder 147
 *Tetrasoma Corda 111
 *Tetraselmis Stein 50
 Tetraspora Kütz. 175
 Tetraspora Link. 74
Tetrasporaceae 65
 *Tetrasporella Gaillon 74
 Tetrasporidium Möbius 79
 *Tetrasporopsis Lemmerm. und Schmidle 385
 Tetrastrum Chodat 148
 Tetratoma Bütschli 59
 *Tetridium Turn. 355
 *Thallosesmium Turner 386
 Thanniastrum Reinsch 130
 Thanniochaete Gay 196
 Thorakomonas Korsch. 435
 *Thwaitesia Mont. 370
 *Tiresias Ag. 406
 *Tiresias Bory 250
 *Torrula 221
 Tolypella (A. Br.) Leonh. 427
 *Tolypellopsis Migula 428
 *Tremella Gmelin 175
 *Tremella Weis 410
 *Trentepohlia de Wildem. 224
 Trentepohlia Martius 221
 *Trentepohlia Wille 204
Trentepohliaceae 217
 Tribonema Derbes et Solier 406
Tribonemaceae 403
 Trichloris Scherffel und Pascher 430
 *Trichodictyon Kütz. 351
 Trichodiscus Welsford 199
 Trichophilus Web. v. Bosse 202
 *Tricladia Decne. 305
 *Trigonocystis Hass. 357
 *Triploceras Bailey 354
 *Trochastrum Turn. 357
 Trochiscia Kütz. 124
 *Trypophallus Hook. 77
 *Tubularia Tourn. 177
 *Tubularia Gmelin 294
 Tussetia Pascher 446
 Tydemania Web. v. Bosse 318
 *Tyndaridea Hass. 370
 *Typhlosiphon Schousboe 291
 *Udotea 315, 316
 *Udotea Crouan 318
 *Udotea J. Ag. 315
 Udotea Lamx. 319
 Ulochloris Pascher 45
Ulotrichaceae 157
 Ulothrix Kütz. 163
 *Ulothrix Kütz. 165, 171
 *Ulothrix Wille 168
 *Ulothrix 280
 *Ulva 74, 175, 177, 180
 *Ulva L. 410
 Ulva (L.) J. Ag. 176
 *Ulva Wulfen 264
Ulvaceae 172
 *Ulvaria Rupr. 175
 *Ulvella Bory 63
 Ulvella Crouan 214
 *Ulvella Ehrenb. 51
 *Ulvella Rosenv. 212
 *Ulvella Snow 214
 *Uredo Bauer 46, 53
 Unerella Playf. 156
 Urococcus (Hass.) Kütz. 79
 *Urococcus G. S. West 73
 Uronema Lagerh. 171
 Urospora Aresch. 280
 *Ursinella Turp. 355
 Uva Playf. 61
 *Uva Playf. 51
 Valonia Ginnani 259
 *Valonia Ag. 259
 *Valonia Kütz. 265
Valoniaceae 252
 *Vaucheria Ag. 410
 *Vaucheria A. Br. 334
 Vaucheria D. C. 331
 *Vaucheria Heiding. 332
 *Vaucheria Lyngb. 325
Vaucheriaceae 326
 Vaucheriopsis Heering 332
 *Vesiculifera Hass. 250
 *Victoriella Wolosz. 141
Volvocaceae 28
 Volvox (L.) Ehrenb. 58
 *Volvox Girod 53
 *Volvox Müll. 56
 *Volvulina Playf. 56
 *Weneda Racib. 223
 Westella de Wildem. 140
 *Willea Schmidle 148
 Wislouchiella Skvortzow 436
 Wittrockiella Wille 227
Wittrockiellaceae 225
 Woroninia Solms. 331
 *Xanthidiastrum Delponte 360
 Xanthidium Ehrenb. 356
 Xanthodiscus Schewiak. 60
 Zeugnema Link 370
 *Zignoia Trevis. 177
 Zoddæa Borzi 207
 *Zoochlorella Brandt 119
 Zygnum Ag. 370
Zygnemataceae 362
 Zygogonium Kütz. 372
 Zygomitus Born. und Flah. 216